

Fotografía 4. Daño en muro de concreto reforzado en el eje J, entre los ejes 5 y 6 (Nivel de daño IV)

4. Evaluación inmediata de emergencia del nivel de peligro y riesgo

4.1 Condición de daño por asentamientos del terreno, desplomo y daño en elementos individuales

a. Inspección e investigación del exterior

- Aunque se agrietó el concreto de banquetas alrededor del edificio, no hubo asentamientos del terreno ni desplomo. Por lo tanto, se clasifica dentro de nivel de daño A

- Se elige el tercer nivel que presentó la mayor concentración de daño para la inspección e investigación del nivel de daño en los elementos estructurales.

- Con respecto a las columnas exteriores de la dirección larga, la mayoría fallaron por cortante, sufriendo desprendimiento del concreto y el descubrimiento del acero de refuerzo; en algunas partes se registró pandeo del refuerzo longitudinal. Es obvio que la clasificación resulta ser dentro del nivel C sin necesidad de cálculo.

- Con respecto a la posibilidad de caída de objetos, se clasifica dentro del nivel C, por la falla de una gran cantidad de vidrios de ventana en las fachadas Sur y Norte.

- Los agrietamientos y desprendimiento de los azulejos a lo largo de los agrietamientos del concreto en la fachada Oeste, se clasifican dentro del nivel C.

- Los parapetos de la azotea en la dirección corta, que presentan problemas de flexión en la base y están inclinados hacia fuera, se clasifican dentro del nivel C.

- La chimenea de concreto reforzado de la azotea, presenta gran inclinación, por lo que se clasifica dentro del nivel C.

b. Inspección e investigación del interior

- El daño se clasificó con nivel de falla y pérdida III en las columnas interiores de los ejes H y I.
- Los muros divisorios de bloque de concreto se agrietaron y presentaron desmoronamiento.
- En el descanso de escaleras interiores, donde cruzan dos estructuras de escaleras, hay falla y daño severo del concreto.
- Además de los puntos citados arriba, existen fallas y pérdidas en los equipos médicos y en los elevadores.

4.2 Resultados del proceso de inspección y evaluación, y la medida a considerar

En la tabla 4.1, se muestra la tabla resultado de la inspección e investigación del proceso de evaluación inmediata de emergencia del nivel de seguridad obtenida considerando los aspectos presentados en la sección anterior.

a. Resultado de la evaluación

- Con respecto al edificio total, se clasifica con nivel de “peligro” por tener más de un daño clasificado con nivel C, según la investigación del exterior.
- Con respecto a la posibilidad de caída de objetos, se clasifica con nivel de “peligro” por tener más de un daño clasificado con nivel C.
- Con respecto a la posibilidad de caída y vuelco de objetos, se clasifica con nivel de “peligro” por tener más de dos daños clasificados con nivel C.

b. Medidas y recomendaciones.

- Se prohíbe la entrada al edificio, ya que se ha calificado con nivel de “peligro” respecto a la caída y volcamiento de objetos.
- Se prohíbe la entrada a la vecindad de la chimenea y de los parapetos de la azotea, ya que hay posibilidad de su caída. Además, se plantea la demolición y retiro inmediato de la misma chimenea, si es posible.

Tabla 4.1 Formato para inspección y evaluación inmediata de emergencia del nivel de peligro y riesgo (para edificios de concreto reforzado)

No. DE INMUEBLE 2

INSPECTOR	NOMBRE AFILIACIÓN:			RESULTADO DE LA EVALUACIÓN	NIVEL DE RIESGO Y PELIGRO			SEGURO PRECAUCIÓN PELIGRO			OBSERVACIONES Y MEDIDAS RECOMENDADAS	
FECHA DE INSPECCIÓN	FECHA	AÑO	MES		EDIFICIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> PROHIBIDO EL ACCESO
	DÍA	HORA			CAÍDA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> PRECAUCIÓN AL ENTRAR
[] PRIMERA INSPECCION [] SEGUNDA INSPECCION [] NÚMERO DE INSPECCIÓN [] VECES					VOLCAMIENTO DE OBJETOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ACCESO POSIBLE
[] POSIBLE [] POSIBLE [X] IMPOSIBLE					POSIBILIDAD DE USARLO COMO ALBERGUE (EDIFICIOS PÚBLICOS)							
[] EXISTE [] POSTERIOR					[] POSIBLE [X] IMPOSIBLE							
REPORTE AL USUARIO					NECESARIO ENTREVISTARSE CON LOS USUARIOS PARA INFORMAR SOBRE LAS MEDIDAS DE PRECAUCIÓN [] NO [X] SÍ							
DESCRIPCIÓN E INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	NOMBRE DEL EDIFICIO		HOSPITAL PÚBLICO NAMIOKA								OBSERVACIONES (Comentarios sobre medidas, rehabilitación de emergencia, y sitios donde se prohíbe el acceso) La inspección de dato se llevó a cabo en el tercer nivel.	
	DIRECCIÓN Y UBICACIÓN		NAMIOKA-CHO, MINAMI-TSUGARU-GUN, PREFECTURA DE AOMORI									
	DUEÑO O USUARIO DEL EDIFICIO		DIRECCIÓN: NAMIOKA-CHO, MINAMI-TSUGARU-GUN, PREFECTURA DE AOMORI TELÉFONO									
	USO DEL EDIFICIO	[] GENERAL		[] OFICINAS FABRICAS		[] RESIDENCIAL BODEGAS		[] DEPARTAMENTOS OTROS ()		[] TIENDAS		
		[X] PÚBLICO		[] ESCUELAS [] GIMNASIO [] JARDÍN DE NIÑOS [] CENTROCOMUNITARIO		EDIFICIO GUBERNAMENTAL [X] HOSPITAL [] OTROS ()						
	TIPO DE CONSTRUCCIÓN		[] COMPUESTA ACERO-CONCRETO		[X] CONCRETO REFORZADO		[] CONCRETO PRECOLADO					
	SISTEMA ESTRUCTURAL		[X] MARCOS RESISTENTES A MOMENTO		[] MUROS ESTRUCTURALES		[] OTROS ()					
	DIMENSIONES DEL EDIFICIO	NÚMERO DE NIVELES		SUPERESTRUCTURA. 5 PISOS. PH. 2 PISOS. SOTANO 1 PISO								
		PLANTA		1 PISO, APROXIMADAMENTE 49.5 (m) x 46.5 (m)								
	CONFIGURACIÓN DEL SUELO Y TERRENO		[X] TERRENO PLANO [] TERRENO INCLINADO [] ALTIPLANO [] HONDONADA									
CONFIGURACIÓN DEL SUELO EN LA VECINDAD		[] CAÑÓN A ____ m. [X] RÍO / MAR / LAGO / PÁNTANO A ____ m										
MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR		[X] CONCRETO [X] MORTERO [X] AZULEJO [] PIEDRA [] MUROS PRECOLADOS [] PANELES PREFABRICADOS [] BLOQUES [] PANELES DE CONCRETO LIGERO [] OTROS ()										
INSPECCIÓN DEL EXTERIOR (SE REALIZA EN TODOS LOS EDIFICIOS)	ASPECTOS DE INSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN		MÉTODO DE INSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN, OBJETO MODELO		NIVEL A DE DAÑO		NIVEL B DE DAÑO		NIVEL C DE DAÑO			
	DESPLOMO DEL EDIFICIO		DESPLOMO DEBIDO A ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES		[X] < 1° (1/60)		[] 1° - 2° (1/60 - 1/30)		[] ≥ 2° (1/30)			
	ASENTAMIENTO DEL EDIFICIO		ASENTAMIENTO TOTAL POR FALLA DEL SUBSUELO		[X] < 0.2 m		[] 0.2 - 1.0 m		[] ≥ 1.0 m			
	FALLA EN COLUMNAS EXTERIORES DE EDIFICIOS A BASE DE MARCOS RESISTENTES A MOMENTO (PORCENTAJE DE COLUMNAS INVESTIGADAS = 100 %)		(NÚMERO DE COLUMNAS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA IV) / (NÚMERO DE COLUMNAS EXTERIORES INVESTIGADAS)		[] < 10 (%)		[] 10 - 20 (%)		[] ≥ 20 (%)			
			(NÚMERO DE COLUMNAS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA VI) / (NÚMERO DE COLUMNAS EXTERIORES INVESTIGADAS)		[] < 1 (%)		[] 1 - 10 (%)		[] ≥ 10 (%)			
			CUANDO A SIMPLE VISTA SE PUEDE CATALOGAR CON NIVEL C						[X] _____			
	FALLA EN MUROS EXTERIORES DE EDIFICIOS A BASE DE MUROS ESTRUCTURALES (PORCENTAJE DE MUROS INVESTIGADOS = %)		(LONGITUD TOTAL DE MUROS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA IV) / (LONGITUD TOTAL DE MUROS EXTERIORES INVESTIGADOS)		[] < 10 (%)		[] 10 - 20 (%)		[] ≥ 20 (%)			
			(LONGITUD TOTAL DE MUROS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA VI) / (LONGITUD TOTAL DE MUROS EXTERIORES INVESTIGADOS)		[] < 1 (%)		[] 1 - 10 (%)		[] ≥ 10 (%)			
			CUANDO A SIMPLE VISTA SE PUEDE CATALOGAR CON NIVEL C						[] _____			
	CONCLUSIÓN, RESUMEN		EXISTENCIA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR A III [X] SÍ [] NO		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A 2		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B 0		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C 1			
DESPRENDIMIENTO Y CAÍDA DE OBJETOS		[X] DAÑOS EN VIDRIOS DE VENTANAS		[] < 1 (%)		[] 1 - 10 (%)		[X] ≥ 10 (%)				
		[X] DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR (X) MORTERO () PIEDRA		[] DAÑO MENOR		[] AGRIETAMIENTO Y SEPARACION PARCIAL		[X] AGRIETAMIENTO SEPARACION Y CAIDA				

ASPECTOS DE INSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN		MÉTODO DE INSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN, OBJETO MODELO	NIVEL A DE DAÑO	NIVEL B DE DAÑO	NIVEL C DE DAÑO
INSPECCIÓN DEL EXTERIOR (SE REALIZA EN TODOS LOS EDIFICIOS)	DESPRENDIMIENTO Y CAÍDA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/> DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR <input type="checkbox"/> CONCRETO PREFABRICADO <input type="checkbox"/> PANELES DE CONCRETO LIGERO <input type="checkbox"/> BLOQUES	<input type="checkbox"/> OBSERVACIÓN VISUAL DE GRIETAS	<input type="checkbox"/> GRIETAS IMPORTANTES SE OBSERVA EL OTRO LADO DEL PANEL	<input type="checkbox"/> MOVIMIENTO RELATIVO EN LA GRIETA, FALLA DEL PANEL
		<input checked="" type="checkbox"/> PASILLO Y BALCÓN <input checked="" type="checkbox"/> PARAPETO <input type="checkbox"/> PUBLICIDAD EN LAS AZOTÉAS <input type="checkbox"/> TINACOS <input type="checkbox"/> CUARTOS DE MÁQUINAS E INSTALACIONES <input type="checkbox"/> SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO <input type="checkbox"/> TORRES DE ENFRIAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> PENTHOUSE <input checked="" type="checkbox"/> CHIMENEA DE AZOTEA <input checked="" type="checkbox"/> OTROS (<i>Tinaco de agua</i>)	<input checked="" type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input checked="" type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO	<input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE <input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE	<input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input checked="" type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input checked="" type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE
		CONCLUSIÓN Y RESUMEN	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A <u>2</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B <u>0</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C <u>4</u>
		VOLCADURA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/> ESCALERA EXTERIOR <input type="checkbox"/> TERRAZA DE BLOQUES <input type="checkbox"/> DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/> MÁQUINAS VENDEADORAS AUTOMÁTICAS <input type="checkbox"/> OTROS ()	<input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input type="checkbox"/> EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE <input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE <input type="checkbox"/> NO EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> NO EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> _____
CONCLUSIÓN Y RESUMEN		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A <u>0</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B <u>0</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C <u>0</u>	
INSPECCIÓN INTERIOR (INSPECCIÓN QUE ES NECESARIO HACERSE EN EDIFICIOS PÚBLICOS)	FALLA EN COLUMNAS INTERIORES DE EDIFICIOS A BASE DE MARCOS RESISTENTES A MOMENTO (PORCENTAJE DE COLUMNAS INVESTIGADAS = <u>100</u> %)	$\frac{\text{(NÚMERO DE COLUMNAS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA IV)}}{\text{(NÚMERO DE COLUMNAS INTERIORES INVESTIGADAS)}}$	<input checked="" type="checkbox"/> < 10 (%)	<input type="checkbox"/> 10 - 20 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 20 (%)
		$\frac{\text{(NÚMERO DE COLUMNAS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA V)}}{\text{(NÚMERO DE COLUMNAS INTERIORES INVESTIGADAS)}}$	<input checked="" type="checkbox"/> < 1 (%)	<input type="checkbox"/> 1 - 10 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 10 (%)
		CUANDO A SIMPLE VISTA SE PUEDE CATALOGAR CON NIVEL C			<input type="checkbox"/> _____
	FALLA EN MUROS INTERIORES DE EDIFICIOS A BASE DE MUROS ESTRUCTURALES (PORCENTAJE DE MUROS INVESTIGADOS = <u> </u> %)	$\frac{\text{(LONGITUD TOTAL DE MUROS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA IV)}}{\text{(LONGITUD TOTAL DE MUROS INTERIORES INVESTIGADOS)}}$	<input type="checkbox"/> < 10 (%)	<input type="checkbox"/> 10 - 20 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 20 (%)
		$\frac{\text{(LONGITUD TOTAL DE MUROS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA V)}}{\text{(LONGITUD TOTAL DE MUROS INTERIORES INVESTIGADOS)}}$	<input type="checkbox"/> < 1 (%)	<input type="checkbox"/> 1 - 10 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 10 (%)
		CUANDO A SIMPLE VISTA SE PUEDE CATALOGAR CON NIVEL C			<input type="checkbox"/> _____
CONCLUSIÓN Y RESUMEN	EXISTENCIA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR A III: <input checked="" type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A <u>2</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B <u>0</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C <u>0</u>	
PELIGRO Y RIESGO DE VOLCAMIENTO Y CAÍDA DE OBJETOS	<input checked="" type="checkbox"/> ACABADO DE TECHOS <input checked="" type="checkbox"/> EQUIPO DE ILUMINACIÓN EN TECHOS <input checked="" type="checkbox"/> PLAFÓN Y DOMOS EN TECHOS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES DE GIMNASIO EN MUROS Y TECHOS <input checked="" type="checkbox"/> MUROS DIVISORIOS <input checked="" type="checkbox"/> ESCALERAS INTERIORES (<i>elevadores</i>) <input checked="" type="checkbox"/> OTROS (<i>instrumental médico</i>)	<input checked="" type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input checked="" type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input checked="" type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO	<input type="checkbox"/> INCIERTO <input type="checkbox"/> INCIERTO <input type="checkbox"/> INCIERTO <input type="checkbox"/> INCIERTO <input checked="" type="checkbox"/> INCIERTO <input checked="" type="checkbox"/> INCIERTO <input checked="" type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> EXISTE PELIGRO DE CAÍDA DE OBJETOS <input type="checkbox"/> EXISTE PELIGRO DE CAÍDA DE OBJETOS	
	CONCLUSIÓN Y RESUMEN		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A <u>3</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B <u>3</u>	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C <u>0</u>
EDIFICIOS COLINDANTES (INSPECCIÓN DE EDIFICIOS, INICIANDO CON EDIFICIOS PÚBLICOS)	RIESGO DEBIDO A COLISIÓN CON EDIFICIOS COLINDANTES	<input checked="" type="checkbox"/> SIN RIESGO	<input type="checkbox"/> INCIERTO	<input type="checkbox"/> RIESGOSO	
	ESTRUCTURAS AJENAS AL EDIFICIO EN CUESTIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> SIN RIESGO	<input type="checkbox"/> INCIERTO	<input type="checkbox"/> RIESGOSO	
INSTALACIONES	ELÉCTRICAS <input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO	SUMINISTRO DE AGUA <input type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/> NO	GAS <input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO	SERVICIO SANITARIO <input type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/> NO	

5. Rehabilitación inmediata de emergencia

Considerando la intención del hospital de continuar funcionando, la parte del edificio con cuerpos de poca altura, se rehabilitaron de emergencia para abatir el nivel de peligro y riesgo, y así poder usarlos. Después, se realizó un trabajo refuerzo inmediato de emergencia de segundo nivel, al observarse progreso del daño de una parte del edificio por la ocurrencia de una réplica del evento principal. En esta sección, se muestra a detalle estos dos refuerzos inmediatos de emergencia.

5.1 Refuerzo de emergencia posterior al daño sísmico

Debido a ser el único hospital general de la ciudad, se requirió el uso de las secciones de consulta de enfermos no hospitalizados, de análisis y farmacia de los niveles 1 y 2 del edificio de cinco niveles. Pero debido a la posibilidad de falla total de los niveles superiores al tercero, cuyas columnas y muros sufrieron daño severo, ante la ocurrencia de un temblor secundario u otra causa, afectando así a los niveles inferiores que no sufrieron gran daño, se consideraron las siguientes medidas.

(1) Método fundamental del refuerzo

El primer objetivo del refuerzo fue la prevención y reducción del progreso del daño en los niveles 3 y 4 que han sufrido daño severo ante la ocurrencia de sismos secundarios. El segundo objetivo fue la eliminación de una posible falla total de los niveles severamente dañados, y la recuperación inmediata de la función de la sección de consulta para enfermos no hospitalizados de los niveles 1 y 2. Con base en estos objetivos, se hizo énfasis en los siguientes puntos al realizar la primera inspección de campo, proponiendo los métodos para el refuerzo inmediato de emergencia primario.

a Las dos columnas de los ejes G6 y J5 del nivel 3 que fallaron por cortante, no cuentan con ningún muro perpendicular, es decir son los elementos estructurales de segundo orden, por lo que se necesita tomar medidas de prevención del deterioro de resistencia a carga axial.

b. Se requiere reforzar los niveles 3 y 4 con diagonales de acero estructural que permitan mejorar la resistencia última

c. También, con respecto a los apéndices en la azotea, se propone la demolición y retirada de la chumenea dañada e inclinada. Además, se propone la prevención de la caída de los parapetos inclinados de 1.4 m, así como de los azulejos y el mortero de recubrimiento dañado.

(2) Ejecución del refuerzo

La propuesta b. anterior no se ha realizado, ya que los muros perpendiculares impidieron el trabajo de instalación de las diagonales de acero estructural, aunado a la restricción en el tiempo. Las otras propuestas (a y c) se realizaron

El método del refuerzo considerando en la propuesta a es como se indica en la columna inferior de la fotografía 5. Con este proceso se logra la reducción de la degradación en la resistencia a carga axial, evitando el desprendimiento del concreto. El concreto se confinó empleando cables metálicos de 9 mm de diámetro alrededor de la columna. Se usaron puntales de soporte vertical. Las razones para el empleo de este método fueron: la facilidad en la adquisición del material de refuerzo y en la realización del trabajo; y la necesidad de un refuerzo inmediato ante la posibilidad de ocurrencia de una réplica del evento principal a cuatro días después del temblor principal.

El trabajo de refuerzo se ejecutó durante tres días, del 30 de mayo al 3 de junio. El retardo se debió a la investigación e inspección sobre estas columnas previa a los trabajos de construcción. Con estos refuerzos, se hizo posible el uso del sótano y los niveles 1 y 2, aunque se prohibió el acceso a los niveles superiores. Además, el suministro de agua, se restableció uniéndolo directamente a la red de distribución.

5.2 Refuerzo de emergencia de segundo nivel

Después del temblor principal, durante un mes, ocurrieron una gran cantidad de réplicas. El mayor fue de magnitud igual a 7.0 que ocurrió el 21 de junio. Después de 40 días de la ocurrencia del temblor principal, se inspeccionó e investigó el edificio nuevamente para conocer un posible progreso en el daño de las columnas dañadas. Se observó un aumento en la anchura de grietas en algunas columnas. También, al existir demanda en el uso de una parte del segundo nivel de la estructura como sala del hospital, se propuso un refuerzo de segundo nivel, en las cinco columnas cuyo daño fue notable e importante. Además, se realizó una inspección e investigación para confirmar el nivel de seguridad ante la posibilidad de caída de objetos del techo antes de usar dichas salas.

(1) Método fundamental de refuerzo

Las columnas más dañadas fueron las denominadas como C_{G5} , C_{J4} , C_{J6} del nivel 3, y C_{G5} , C_{G6} del nivel 4, las que se constituyen como columnas de borde de un muro estructural en la dirección corta. También, se observó y confirmó el pandeo del acero longitudinal en la columna C_{J4} .

Considerando lo mencionado antes, se consideró para el refuerzo inmediato de emergencia del segundo nivel, el incremento de la confiabilidad del refuerzo por la presencia de los muros perpendiculares a las columnas reforzadas. Se emplearon también secciones H de acero estructural y se habilitó acero de refuerzo por cortante (figura 5.1 y fotografía 5). Se realizó este procedimiento de refuerzo, porque ya habían transcurrido algunos días y había disminuido la ocurrencia de temblores secundarios, dándole prioridad a la confiabilidad del refuerzo a pesar de la larga duración del trabajo.

(2) Detalle del refuerzo

Como se ha mostrado en la figura 5.1, los elementos de acero estructural de sección H localizados a ambos lados de la columna a reforzar se dimensionaron de tal manera que tuvieran un peralte menor que el ancho de la trabe en la dirección larga, de manera que el

esfuerzo por carga axial sea menor que el esfuerzo admisible. También se colocaron placas confinantes de acero estructural alrededor de la columna, cuya dimensión y colocación se hizo considerando las dimensiones de la columna y la trabajabilidad. Además, se soldaron en sitio placas de refuerzo por cortante en forma de X. Las placas confinantes se anclan en el muro perpendicular mediante pernos. También, para reducir la holgura entre los extremos de la sección de la columna de apoyo y la superficie de las traveses, y mejorar la incorporación del refuerzo en el edificio, se emplearon cuñas de acero.

Este refuerzo se realizó entre el 5 y el 20 de julio. El costo de los materiales y el trabajo para cada columna fueron aproximadamente 2,200 dólares para el refuerzo de primer nivel, y 2,700 dólares para el refuerzo de segundo nivel.

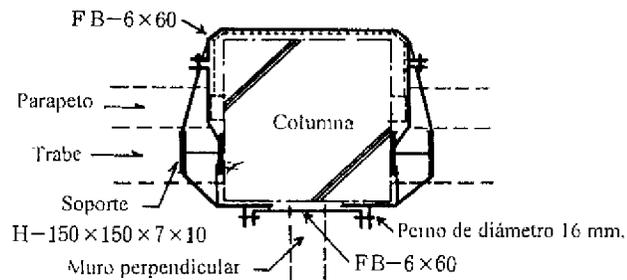


Figura 5.1 Detalle del refuerzo inmediato de emergencia con soporte de acero



Fotografía 5. Refuerzo inmediato de emergencia en columnas dañadas