

UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO



FACULTAD DE
ARQUITECTURA



**“Hospital General Regional IMSS de
250 camas Autosustentable, en Charo,
Michoacán”**

Tesis

**Que para obtener el título de
arquitecto presenta:**

Rubén Alejandro Solís Mora

**ASESOR: M. Arq. Marcela Guadalupe
Mariano Romero**

Morelia, Michoacán, Agosto de 2020.

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Definición	4
Problemática	4
Justificación	5
Objetivo	8
Alcances	9
Etapas del proyecto	9
Campo de estudio	10
Currículum vitae	13
Capítulo 1	
Antecedentes	19
1.1.- Antecedentes históricos	19
1.1.1.- Los hospitales en el mundo.....	19
1.1.2.- Los hospitales en México	22
1.2.- Ubicación geográfica	26
Capítulo 2	
Fundamento legal	30
2.1.- Reglamentos y normatividad	30
2.1.1.-Constitucion Política de los Estados Unidos Mexicanos	30
2.1.2.- Ley General de Salud	30
2.1.3.- Ley del Seguro Social	30
2.1.4.- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento	30

2.1.5.- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y su Reglamento -----	31
2.1.6.- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente -----	31
2.1.7.- Reglamento Interior del IMSS -----	31
2.1.8.- Normas Oficiales Mexicanas -----	31
2.1.9.- Normatividad Federal, Estatal y Municipal -----	32
2.1.10.- Guías Técnicas de Construcción de Unidades Médicas, administrativas y Sociales del IMSS -----	32
Capítulo 3	
Desarrollo del tema -----	33
3.1.- Origen de la problemática -----	33
3.2.- Solución a la problemática -----	35
3.3.- Contratación por adjudicación directa para la construcción de obras provisionales -----	35
3.4.- Construcción de obras provisionales -----	36
3.5.- Desalojo de instalaciones del HGR no. 1-----	36
3.6.- Reubicación de servicios -----	38
3.7.- Puesta en operación -----	39
Capítulo 4	
Síntesis ejecutiva del proyecto -----	40
4.1.- Contexto -----	40
4.2.- Construcción del HGR de 250 camas en el Municipio de Charo, Michoacán -----	42
4.2.1.- Antecedentes -----	42

4.2.2.- Estudio de mecánica de suelos -----	44
4.2.3.- Estudio de respuesta sísmica del terreno -----	46
4.2.3.1.- Temblores que afectan a la zona -----	46
4.2.3.2.- Conclusiones y recomendaciones -----	48
4.2.4.- Estudio geológico -----	50
4.2.4.1.- Geología regional -----	51
4.2.4.2.- Estratigrafía regional -----	52
4.2.4.3.- Fallas geológicas regionales -----	53
4.2.4.4.- Geología local -----	56
4.2.4.5.- Unidades litológicas -----	57
4.2.4.6.- Falla geológica Cerro Coronel -----	61
4.2.4.7.- Conclusiones -----	64
4.2.5.- Estudio de análisis de agua -----	65
4.2.5.1.- Observaciones y recomendaciones -----	66
4.2.6.- Estudio de factibilidad económica -----	66
4.2.7.- Proceso de licitación -----	69
4.2.8.- Construcción de obras definitivas -----	72
4.3.- Puesta en operación -----	75

Capítulo 5

Proceso constructivo ----- 77

5.1.- Sistemas constructivos ----- 79

5.1.1.- Cimentación ----- 79

5.1.1.1.- Cimentación por pilotaje ----- 79

5.1.2.- Estructura -----	83
5.1.2.1.- Estructura metálica por marcos rígidos -----	83
5.1.2.2.- Sistema de losas prefabricadas estructurales (losacero) ----	87
5.1.2.3.- Miembros en compresión axial (armaduras metálicas) -----	88
5.1.3.- Albañilerías -----	90
5.1.3.1.- Muros confinados -----	90
5.1.4.- Instalaciones -----	91
5.1.4.1.- Instalaciones hidráulicas -----	91
5.1.4.2.- Instalaciones sanitarias -----	91
5.1.4.3.- Instalaciones eléctricas -----	92
5.1.4.4.- Instalaciones de aire acondicionado -----	92
5.1.4.5.- Instalaciones de telecomunicaciones -----	93
5.1.4.6.- Instalaciones de gases medicinales -----	93
5.1.4.7.- Instalaciones de gas natural -----	94
5.1.4.8.- Sistema neumático de envío -----	94
5.1.5.- Acabados -----	95
5.1.5.1.- Muros de panel de yeso -----	95
5.1.5.2.- Plafón de panel de yeso -----	96
5.1.5.3.- Plafón acústico (plafón modular) -----	97
5.1.6.- Jardinería -----	97
5.1.7.- Urbanización -----	98

Capítulo 6	
Memoria descriptiva	99
6.1.- Preliminares	99
6.2.- Cimentación	102
6.3.- Estructura	104
6.4.- Albañilerías	108
6.5.- Instalaciones	112
6.6.- Acabados	115
6.7.- Jardinería	122
6.8.- Urbanización	125
Capítulo 7	
Planimetría	129
Capítulo 8	
Conclusiones finales	415
Bibliografía	419

Índice gráfico

Tablas

1.- Campo de estudio de las especialidades que intervienen en la construcción del hospital -----	11
2.- Opciones de arrendamiento o adquisición de hospitales existentes -----	34
3.- Servicios requeridos y tarifas pagadas a terceros -----	67
4.- Empresas evaluadas para la construcción del HGR 250 camas -----	69
5.- Zonas y superficies del HGR 250 camas -----	74

Imágenes

1.- Reconstrucción del santuario de Asclepio de Kos -----	19
2.- Modelo reconstruido del hospital militar romano valetudinario en Vetera -----	20
3.- La ciudad hospitalaria de San Basilio de Cesarea -----	21
4.- Hospital de la inmaculada concepción de nuestra señora -----	22
5.- Hospital Colonia de los Ferrocarriles Nacionales de México -----	24
6.- Sanatorio 1 del IMSS -----	25
7.- Municipios de Michoacán -----	26
8.- Croquis de localización del HGR 250 camas en Charo, Mich. -----	27
9.- Croquis de macrolocalización -----	27
10.- Croquis de Microlocalización -----	28
11.- Vista aérea del HGR 250 camas, en Charo, Mich. -----	29
12.- Organigrama de la constructora -----	41
13.- Tipos de temblores que afectan a la República Mexicana -----	47
14.- Ubicación de la zona de estudio -----	51
15.- Mapa geológico regional -----	53

16.- Fallas geológicas de la región de Morelia -----	54
17. Fallas ligadas a hundimientos en la ciudad de Morelia -----	55
18.- Ubicación general del predio -----	56
19.- Geología del área de estudio -----	57
20.- Capa de suelo vegetal presente -----	57
21.- Tobas riolíticas -----	58
22.- Tobas riolíticas -----	58
23.- Suelos arcillosos lacustres -----	59
24.- Suelos lacustres -----	59
25.- Suelos lacustres -----	59
26.- Rocas volcánicas basálticas (Tb) -----	60
27.- Unidad basáltica -----	60
28.- Rocas andesíticas -----	61
29.- Andesitas (Ta) -----	61
30.- Geología del área de estudio -----	61
31.- Cerros ubicados al sur del predio -----	62
32.- Condiciones del plano de falla “Cerro Coronel” donde la roca se encuentra fracturada y alterada -----	63
33.- Zona de falla “Cerro Coronel” en la zona del fraccionamiento Tres Marías ----	63
34.- Localización de frentes en el terreno -----	73
35.- Procedimiento constructivo de cimentación por pilotaje -----	80
36.- Perforación para pilotes -----	81
37.- Armado de jaulas -----	81
38.- Colado de pilotes -----	82

39.- Encepado de pilotes -----	82
40.- Marco rígido simple -----	83
41.- Secciones transversales típicas de miembros en compresión axial -----	84
42.- Miembro en compresión axial -----	84
43.- Solicitaciones de una viga típica con carga uniformemente repartida: flexión y cortante -----	85
44.- Definición de miembros en flexión -----	85
45.- Secciones transversales típicas de miembros en flexión -----	86
46.- Diseño de una placa base -----	87
47.- Elementos del sistema de losas prefabricadas -----	87
48.- Barras en tracción y compresión -----	89
49.- Acción de las barras en diferentes vigas -----	89
50.- Requisitos para mampostería confinada -----	90
51.- Sistemas de muros divisorios -----	96
52.- Sistema de plafón liso -----	97
53.- Sistema de plafón acústico -----	97
54.- Reconocimiento del terreno -----	101
55.- Reconocimiento del terreno por todas las partes involucradas en su desarrollo -----	101
56.- Despalme y deshierbe del terreno -----	101
57.- Construcción de obras adicionales como oficinas y bodegas -----	101
58.- Trazo de ejes, referencias y nivelación -----	101
59.- Construcción de muro perimetral -----	101
60.- Perforación de pila -----	103

61.- Colocación de armadura (jaula) en pozo -----	103
62.- Colado de pilote -----	103
63.- Descabezado de pilote -----	103
64.- Encepado de pilote y trabe de liga -----	103
65.- Colocación de placa base -----	103
66.- Izamiento de columnas mediante grúa -----	106
67.- Soldado de columna metálica a placa base -----	106
68.- Colado de grout entre placa base y dado de cimentación -----	106
69.- Colocación de vigas principales -----	106
70.- Apretado de tuercas entre vigas y placas soldadas a columnas -----	106
71.- Estructura metálica a base de columnas, vigas principales y vigas secundarias -----	106
72.- Colocación de láminas galvanizadas en entrepisos -----	107
73.- Colocación de pernos de cortante entre lámina y estructura -----	107
74.- Colocación de malla electrosoldada en losacero -----	107
75.- Colado de losacero -----	107
76.- Aplicación de primario en losacero para recibir pintura intumescente -----	107
77.- Estructura metálica en puentes y domos de interconexión entre edificios -----	107
78.- Formación de escalones en área de auditorio -----	109
79.- Cala para prueba de compactación -----	109
80.- Colado de firme de concreto -----	110
81.- Levantamiento de muros de tabique en fachada -----	110
82.- Levantamiento de muros de tabique en fachada -----	110
83.- Levantamiento de muros de tabique en interiores -----	110

84.- Zeta de lámina de acero para rigidización de muros interiores -----	110
85.- Detallado y resanado de losa de concreto aparente -----	110
86.- Pretil de azotea -----	111
87.- Relleno en azotea para dar pendiente a captación de agua pluvial -----	111
88.- Entortado en sobre relleno en azotea -----	111
89.- Aplanado fino en fachadas -----	111
90.- Fachada de albañilerías -----	111
91.-Fachada de albañilerías -----	111
92.- Gabinete de protección contra incendio -----	113
93.- Cuadros de válvulas de gases medicinales -----	113
94.- Minitina Hubbard para rehabilitación de derechohabientes -----	113
95.- Casa de máquinas de aire acondicionado -----	113
96.- Casa de máquinas hidráulica -----	113
97.- Generador eléctrico -----	113
98.- Casa de máquinas hidráulica -----	114
99.- Casa de máquinas de equipos de gases medicinales -----	114
100.- Casa de máquinas hidráulica -----	114
101.- Subestación eléctrica -----	114
102.- Casa de máquinas eléctrica -----	114
103.- Instalaciones hidráulicas y eléctricas -----	114
104.- Puerta de madera acabado con melamina, con mirilla y protección contra camillas -----	118
105.- Cancelería interior con serigrafía en línea y mobiliario -----	118

106.- Mosaico veneciano en muros y puertas de madera -----	118
107.- Puertas de herrería tipo louver en casa de máquinas -----	118
108.- Escalera helicoidal en vestíbulo del área de hospitalización -----	119
109.- Cancelería en puente a base de cristal templado -----	119
110.- Fachada a base de cristal templado y cantera rosa -----	119
111.- Acabado en fachadas de piedra braza de la región y cantera rosa -----	119
112.- Fachada interior en vestíbulo de hospitalización -----	119
113.- Ambientación en área de terrazas -----	119
114.- Impermeabilización en azoteas con material en rollo prefabricado -----	120
115.- Muros de tabique esmaltado en área de conservación -----	120
116.- Granito de mármol en muros de baños -----	120
117.- Pórfido en piso de terraza interior -----	120
118.- Helipuerto -----	120
119.- Acabado en piso en área de marcha de medicina física -----	120
120.- Fachada de hospitalización -----	121
121.- Letrero del hospital -----	121
122.- Auditorio de medicina física -----	121
123.- Muros prefabricados en área de oficinas -----	121
124.- Cortinas antibacterianas en área de encamados -----	121
125.- Mobiliario en área de comedor -----	121
126.- Extendido de tierra lama -----	122
127.- Excavación en pozos para sembrar árboles -----	122
128.- Preparación de áreas para recibir jardinería -----	123

129.- Nivelación de área exterior para recibir pasto -----	123
130.- Vegetación y arbustos en áreas exteriores -----	123
131.- Jardinería en área exterior -----	123
132.- Circulación peatonal en exterior -----	123
133.- Vegetación en área exterior -----	123
134.- Ciprés gigante en motor lobby -----	124
135.- Jardinería exterior -----	124
136.- Jardinería exterior -----	124
137.- Jardinería exterior -----	124
138.- Jardinería exterior -----	124
139.- Jardinería exterior -----	124
140.- Cimentación para recibir barda perimetral -----	126
141.- Barda perimetral con block cara de piedra -----	126
142.- Nivelación y extendido de material inerte -----	126
143.- Excavación, nivelación y compactación con maquinaria pesada -----	126
144.- Nivelación en superficie de rodamiento -----	126
145.- Concreto hidráulico en plataformas para estacionamiento -----	126
146.- Cimentación en motor lobby -----	127
147.- Colado de motor lobby -----	127
148.- Aplicación de primario anticorrosivo en herrería perimetral -----	127
149.- Preparación de herrería perimetral para recibir pintura -----	127
150.- Estacionamiento y circulaciones vehiculares -----	127
151.- Motor lobby -----	127

Índice de planos

Arquitectura

Trazo

Trazo ----- A-TR-01

Arquitectónicos de conjunto

Planta baja Arquitectónica de conjunto ----- A-QC-00

Planta primer piso Arquitectónica de conjunto ----- A-QC-01

Planta de conjunto arquitectónica ----- A-QC-04

Planta sótano 1 Arquitectónica de conjunto ----- A-QC-S1

Planta sótano 2 Arquitectónica de conjunto ----- A-QC-S2

Arquitectónicos generales

Planta baja Arquitectónica general ----- A-AQ-00

Planta primer piso Arquitectónica general ----- A-AQ-01

Planta de azotea Arquitectónica general ----- A-AQ-AZ

Planta sótano 1 Arquitectónica general ----- A-AQ-S1

Planta sótano 2 Arquitectónica general ----- A-AQ-S2

Arquitectónicos por secciones

Planta baja Arquitectónica sección 7 ----- A-Q0-07

Planta primer piso Arquitectónica sección 7 ----- A-Q1-07

Planta de azotea Arquitectónica sección 7 ----- A-QAZ-07

Planta Arquitectónica sótano 1 sección 3 ----- A-QS1-03

Fachadas

Fachadas generales ----- A-FG-01

Fachadas generales ----- A-FG-04

Despieces de fachadas

Despiece de acabados fachadas generales	A-DPFG-01
Fachadas generales	A-DPFG-04

Alzados interiores

Alzados interiores planta baja	A-AIO-11
Alzados interiores planta baja	A-AIO-12
Alzados interiores planta primer piso	A-AI1-10
Alzados interiores planta sótano 1	A-AIS1-02
Alzados interiores planta sótano 1	A-AIS1-03
Alzados interiores planta sótano 1	A-AIS1-04
Alzados interiores planta sótano 1 y planta primer piso	A-AIS1-05

Cortes generales

Cortes generales	A-CG-01
Cortes generales	A-CG-03

Cortes por fachada

Cortes por fachada	A-CF-01
Cortes por fachada	A-CF-08
Cortes por fachada	A-CF-09

Instalaciones

Automatización de equipos

Bus de comunicaciones BACnet, Cuarto equipo 1	IA-AUT-BC-CE-01
Bus de comunicaciones BACnet, Sótano1 Auditorio	IA-AUT-BC-S1 A

Cruce de instalaciones

Cruce de instalaciones Planta primer piso general Sección 2 -----	CR-IN-12
Cruce de instalaciones Educación médica, Archivo clínico y Farmacia -----	CR-IN-02
Cruce de instalaciones Servicios generales, Auditorio y Medicina física -----	CR-IN-S1

Ingeniería de aire acondicionado

Bases cuartos de equipo no. 01, 03 y 04 -----	IA-BCE-01
Cuarto equipo 1 -----	IA-CE-01
Red de ductos, Planta baja Sección 04 -----	IA-D0-08
Red de ductos, Sótano 1 -----	IA-D-1-04
Red de ductos, Primer piso Sección 04 -----	IA-D1-15
Detalles generales -----	IA-DT-01
Detalles generales -----	IA-DT-02
Diagrama unifilar VRV -----	IA-DUVRV-01
Isométrico general Agua helada, Zona planta baja -----	IA-IS-01
Especificaciones generales -----	IA-EE-01
Especificaciones generales -----	IA-EE-02

Ingeniería eléctrica

Instalación eléctrica de alumbrado Planta baja / Sección 04, Educación médica e investigación -----	IEA004
Instalación eléctrica de alumbrado Planta sótano 1 / Sección 03, Auditorio y Medicina física -----	IEA-103
Instalación eléctrica de alumbrado Planta 1er nivel / Sección 04, Gobierno y Epidemiología hospitalaria -	IEA104
Instalación eléctrica de alumbrado y receptáculos Planta baja, Casetas de vigilancia y caseta receptora -----	IEAC CAS 01

Instalación eléctrica de alumbrado exterior Planta baja -----	IEAEXT01
Instalación eléctrica de alimentaciones generales Planta baja, Alimentadores generales 220V -----	IEAG002
Instalación eléctrica de alimentaciones generales Planta sótano 1 y sótano 2, Alimentadores generales 220V -----	IEAG-101
Instalación eléctrica de alimentaciones generales Planta 1er nivel, Alimentadores generales 220V -----	IEAG102
Instalación eléctrica de alimentaciones generales Planta sótano 1, Alimentadores generales 480V -----	IEAG-102
Instalación eléctrica de receptáculos Planta baja / Sección 04, Educación médica e investigación -----	IEC004
Instalación eléctrica de receptáculos Planta sótano 1 / Sección 03, Auditorio y Medicina física -----	IEC-103
Instalación eléctrica de receptáculos Planta 1er nivel / Sección 04, Gobierno y Epidemiología hospitalaria -	IEC104
Instalación eléctrica de cuadros de carga, Servicio normal -----	IECC 01
Instalación eléctrica de cuadros de carga Servicio normal -----	IECC 02
Instalación eléctrica de cuadros de carga Servicio de emergencia -----	IECC 03
Instalación eléctrica de cuadros de carga Servicio emergencia -----	IECC 04
Instalación eléctrica de cuadros de carga Servicio tensión regulada -----	IECC 05
Instalación eléctrica de cuadros de carga Servicio seguridad de vida -----	IECC 06
Instalación eléctrica de cuadros de carga Tableros subgenerales -----	IECC 07
Instalación eléctrica de cuadros de carga Tableros subgenerales y fuerza -----	IECC 08
Instalación eléctrica de cuadros de carga Tableros generales y de fuerza -----	IECC 09

Detalles generales de colocación -----	IEDET001
Detalles generales de colocación -----	IEDET002
Detalles generales de colocación -----	IEDET003
Ingeniería eléctrica de diagrama unifilar -----	IEDU 01
Ingeniería eléctrica de diagrama unifilar -----	IEDU 02
Ingeniería eléctrica de diagrama unifilar -----	IEDU 03
Ingeniería eléctrica de diagrama unifilar -----	IEDU 04
Ingeniería eléctrica de diagrama unifilar -----	IEDU 05
Instalación eléctrica de fuerza 220V, Planta baja -----	IEFZA002
Instalación eléctrica de fuerza 220V, Planta sótano 1 -----	IEFZA-101
Instalación eléctrica de fuerza 220V, Planta 1er nivel -----	IEFZA102
Instalación eléctrica de pararrayos, Planta azotea -----	IEPR01
Instalación eléctrica de pararrayos Luces de obstrucción, Planta azotea -----	IEPR02
Instalación eléctrica de sistema de tierras Plantas sótano 1 y 2 -----	IEST02
Instalación eléctrica de tensión regulada Planta baja / Sección 04, Educación médica e investigación -----	IETR004
Instalación eléctrica de tensión regulada Planta sótano 1 Sección 03, Auditorio y Medicina física -----	IETR-103
Instalación eléctrica de tensión regulada Planta 1er nivel / Sección 04 Gobierno y Epidemiología hospitalaria -----	IETR104

Ingeniería hidráulica

Planta baja sección 7 -----	IH 00 07
Primer piso sección 7 -----	IH 01 07
Guía mecánica, Medicina física -----	IH GM 02
Planta sótano 1 sección 7 -----	IH-1 03
Azotea sección 7 -----	IH-AZ-07

Plano de detalles	IH-DT-01
Plano de detalles	IH-DT-02
Plano de detalles	IH-DT-03
Ubicación de hidrantes, extintores y tomas siamesas Planta sótano 2	IH-PCI-01
Ubicación de hidrantes, extintores y tomas siamesas Planta sótano 1	IH-PCI-02
Ubicación de hidrantes, extintores y tomas siamesas Planta baja	IH-PCI-03
Ubicación de hidrantes, extintores y tomas siamesas Primer piso	IH-PCI-04
Red de riego, Planta baja de conjunto	IH-RR-01

Ingeniería sanitaria

Albañales exteriores, Planta de conjunto Sección 2	IS AE 02
Albañales exteriores, Planta de conjunto Sección 4	IS AE 04
Plano de detalles sanitarios	IS DT 01
Guía mecánica, Medicina física	IS GM 02
Planta baja sección 7	IS-00-07
Primer piso sección 7	IS-01-07
Planta sótano 1 sección 7	IS-1-03
Azotea sección 7	IS-AZ-07

Ingeniería de telecomunicaciones

Sistema de control de accesos Planta baja arquitectónica, Sección 7	ITCA006
Sistema de control de accesos Planta primer piso arquitectónica, Sección 7	ITCA106
Circuito cerrado de televisión vigilancia (Video) Detalles de instalación	ITCCTV, DET01

Circuito cerrado de televisión vigilancia (Video) Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITCCTV007
Circuito cerrado de televisión vigilancia (Video) Planta arquitectónica, Sótano 1 sección 3 -----	ITCCTV-103
Circuito cerrado de televisión vigilancia (Video) Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITCCTV107
Sistema de detección de incendios Planta arquitectónica, Cuartos de aire acondicionado -----	ITDI, CA01
Sistema de detección de incendios Diagrama de conectividad y detalles de instalación -----	ITDI, DET01
Sistema de detección de incendios Detalles de instalación -----	ITDI, DET02
Sistema de detección de incendios Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITDI007
Sistema de detección de incendios Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITDI107
Sistema enfermo – enfermera Diagramas de conectividad y detalles de instalación -----	ITEE, DET01
Administración de pacientes HL7 Diagramas de conectividad y detalles de instalación -----	ITHL DET01
Identificación por radiofrecuencia (RFID) Detalles de instalación -----	ITRFID, DET01
Identificación por radiofrecuencia (RFID) Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITRFID007
Identificación por radiofrecuencia (RFID) Planta arquitectónica sótano 1, Sección 3 -----	ITRFID-103
Identificación por radiofrecuencia (RFID) Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITRFID107
Sistema de sonido Diagramas de conectividad y detalles de instalación -----	ITS, DET01
Sistema de sonido Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITS007
Sistema de sonido Planta arquitectónica sótano 1, Sección 3 -----	ITS-103

Sistema de sonido	
Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITS107
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Detalles de instalación de escalerilla -----	ITTI, DET01
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Detalle de instalación de soportería y registros -----	ITTI, DET02
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Detalles de instalación de tierras físicas y pozos -----	ITTI, DET03
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Detalles de instalación de isométricos de escalerilla -----	ITTI, DET04
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Planta de conjunto, Obras exteriores -----	ITTI, PC01
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITTI007
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Planta arquitectónica sótano 1, Sección 03 -----	ITTI-103
Telefonía (IP), informática (Datos) e imagenología	
Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITTI107
Sistema de telemedicina y videoconferencia	
Diagramas de conectividad y detalles de instalación -----	ITTM, DET01
Sistema de telemedicina y videoconferencia	
Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITTM004
Sistema de telemedicina y videoconferencia	
Planta arquitectónica sótano 1, Sección 3 -----	ITTM-102
Sistema de telemedicina y videoconferencia	
Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITTM103
Sistema de televisión fomento a la salud y entretenimiento	
Diagramas de conectividad y detalles de instalación -----	ITTV, DET01
Sistema de televisión fomento a la salud y entretenimiento	
Planta baja arquitectónica, Sección 7 -----	ITTV007
Sistema de televisión fomento a la salud y entretenimiento	
Planta arquitectónica sótano 1, Sección 3 -----	ITTV-102
Sistema de televisión fomento a la salud y entretenimiento	
Planta primer piso arquitectónica, Sección 7 -----	ITTV106

Detalles constructivos

Detalles constructivos -----	A-DC-01
Detalles constructivos -----	A-DC-02
Detalles constructivos -----	A-DC-03
Detalles constructivos -----	A-DC-04
Detalles constructivos -----	A-DC-05
Detalles constructivos -----	A-DC-06
Detalles constructivos -----	A-DC-07

Escaleras y elevadores

Detalle de rampas comunicación Consulta externa – Medicina física -----	A-DE-14
--	---------

Plataformas

Plataformas, Planta de conjunto -----	A-PTL-01
Plataformas, Sección 2 -----	A-PTL-01b
Plataformas, Sección 3 -----	A-PTL-01c

Estructural

Pasos en cimentación, Planta sótano 1, General -----	E PC 02
Cimentación (Sótano 1 y 2), Medicina física -----	EMF-01
Trabes de liga (Sótano 1 y 2), Medicina física -----	EMF-02
Localización de columnas, Medicina física -----	EMF-03
Sótano 1 (Losa), Medicina física -----	EMF-04
Planta baja, Medicina física -----	EMF-05
Conexiones y cortes (Planta baja), Medicina física -----	EMF-06
Primer nivel, Medicina física -----	EMF-07
Conexiones y cortes -----	EMF-08
Planta azotea, Medicina física -----	EMF-09

Conexiones y cortes (Azotea), Medicina física -----	EMF-10
Domo (Área de marcha) Medicina física -----	EMF-11
Puente Consulta externa – Medicina física -----	EMF-12
Domo Consulta externa cirugía – Medicina física -----	EMF-13
Detalles (domo) Consulta externa cirugía – Medicina física -----	EMF-14

Trazos de losa

Trazo de losa, Planta baja -----	A-TL-00
Trazo de losa, Planta primer piso -----	A-TL-01
Trazo de losa, Planta sótano 1 -----	A-TL-S1

Albañilería

Planta baja. Albañilerías. Sección 7 -----	A-AL0-07
Planta primer piso. Albañilerías. Sección 7 -----	A-AL1-07
Planta azotea. Albañilerías. Sección 7 -----	A-ALAZ-07
Detalles albañilerías -----	A-ALDC-01
Fachada general FG-10 Albañilerías -----	A-ALFG-10
Fachada general FG-11 Albañilerías -----	A-ALFG-11
Fachada general FG-12 Albañilerías -----	A-ALFG-12
Fachada general FG-13 Albañilerías -----	A-ALFG-13
Planta sótano 1. Albañilerías. Sección 7 -----	A-ALS1-03

Obra exterior

Planta arquitectónica de conjunto -----	A-EX00
Obra exterior sección 04 – Planta baja -----	A-EX-05
Obra exterior sección 05 -----	A-EX-07
Obra exterior, Muros de contención -----	A-EX-20b

Obra exterior, Muros de contención ----- A-EX-20c

Cuartos de equipos

Cuartos de aire acondicionado sótano 2 ----- A-CE-03

Cuartos eléctricos sótano 1 y segundo piso ----- A-CE-07

Rutas de arrastre

Planta arquitectónica Sótano 1, Arrastre de equipo ----- A-AR-01

Acabados

Planta baja. Acabados. Sección 7 ----- A-AS0-07

Planta primer piso. Acabados. Sección 7 ----- A-AS1-07

Acabados. Azotea. Sección 7 ----- A-ASAZ-07

Acabados. Sótano 1. Sección 3 ----- A-ASS1-03

Despieces de pisos

Despiece de acabados en piso, Planta baja sección 7 ----- A-DP0-07

Despiece de acabados en piso, Planta primer piso sección 7 ----- A-DP1-07

Despiece de acabados en piso, Planta sótano 1 sección 3 ----- A-DPS1-03

Detalles sanitarios

Detalles de sanitario, Planta primer nivel ----- A-DS1N-01

Detalles de sanitario, Planta primer nivel ----- A-DS1N-21

Detalles sanitarios, Planta baja ----- A-DSPB-01

Detalles de sanitario, Planta sótano 1 ----- A-DSS1-06

Detalles de sanitario, Planta sótano 1 ----- A-DSS1-07

Detalles de sanitario, Planta sótano 1 ----- A-DSS1-08

Detalles de sanitario, Planta sótano 1 ----- A-DSS1-09

Detalles de sanitario, Planta sótano 1 -----	A-DSS1-10
Detalles de sanitario, Planta sótano 1 -----	A-DSS1-11
Detalles de sanitario, Planta sótano 1 -----	A-DSS1-12
Detalles de sanitario, Planta sótano 1 -----	A-DSS1-13

Plafones

Planta baja, Plafones sección 7 -----	A-PL0-07
Planta primer piso, Plafones sección 7 -----	A-PL1-07
Detalles de plafones -----	A-PLDT-01
Planta sótano 1, Plafones sección 3 -----	A-PLS1-03

Ubicación de elementos

Panta baja arquitectónica, Sección 7 -----	A-UD0-07
Ubicación de elementos, Planta primer piso, Sección 7 -----	A-UD1-07
Ubicación de elementos, Planta Azotea, Sección 7 -----	A-UDAZ-07
Ubicación de elementos, Planta sótano 1, Sección 3 -----	A-UDS1-03
Ubicación de elementos, Planta sótano 2, Sección 1 -----	A-UDS2-01

Señalización

Señalamiento, Planta baja sección 2 Educación médica, Archivo clínico y farmacia -----	A-SE0-02
Señalamiento, primer piso sección 2 Consulta externa y Gobierno -----	A-SE1-02
Señalización y ambientación Planta de conjunto obra exterior -----	A-SECO-01
Señalamiento, Sótano 1 sección 1 Servicios generales, Auditorio y Medicina física -----	A-SES1-01
Señalamiento, Sótano 2 sección 1 Talleres de conservación y cuartos de aire acondicionado -----	A-SES2-01

Señalización y ambientación en detalles de obra exterior ----- SE-01

Señalización de accesibilidad

Señalización y accesibilidad, Conjunto obra exterior ----- A-SEACO-01

Señalización y accesibilidad, Detalles ----- A-SEACO-02

Guías mecánicas

Guía mecánica Medicina física ----- A-GM-02a

Guía mecánica Medicina física ----- A-GM-02b

Cancelerías

Planta primer piso cancelerías ----- A-KA1-03

Planta primer piso cancelerías ----- A-KA1-04

Planta primer piso cancelerías ----- A-KA1-05

Planta sótano 1 cancelerías ----- A-KAS1-02

Detalles de cancelerías ----- K-DET-01

Detalles de cancelerías ----- K-DET-02

Detalles de cancelerías ----- K-DET-03

Carpinterías

Carpinterías ----- A-CA-01

Carpinterías ----- A-CA-04

Carpinterías ----- A-CA-06

Carpinterías ----- A-CA-07

Carpinterías ----- A-CA-11

Carpinterías ----- A-CA-12

Carpinterías

Planta baja Laboratorio clínico, Educación médica e investigación --- A-CA-13

Carpinterías	A-CA-14
Carpinterías Primer nivel	A-CA-15
Carpinterías	A-CA-16
Carpinterías sótano 1 y 2	BOL-A-CA-20

Puertas

Localización de puertas Planta baja, sección 7	A-PT0-07
Localización de puertas Planta primer piso, sección 7	A-PT1-07
Localización de puertas Sótano 1, sección 3	A-PTS1-03
Detalles tipo de puertas	PT-DET- 01
Detalles tipo de puertas	PT-DET-02

Herrerías

Herrería detalles	A-HDE-01
Herrería detalles	A-HDE-02
Herrería detalles	A-HDE-03
Herrerías, fachada general FG-10	A-HE-15
Herrerías, fachada general FG-11	A-HE-16
Herrerías, fachada general FG-11	A-HE-17
Herrerías, fachada general FG-13	A-HE-18
Celosías sala de espera	BOL-HE03

Ambientación

Ambientación, primer piso sección 2 Consulta externa y Gobierno	A-AMB1-02
Ambientación, segundo piso sección 2 Consulta externa, Medicina interna, Cirugía	A-AMB2-02

Ambientación, sótano sección 1
Servicios generales, Auditorio y Medicina física ----- A-AMBS1-01

Ambientación, planta baja sección 2
Archivo clínico y Enseñanza ----- AMB0-02

Jardinería

Planta de jardinería sección 04 ----- A-JA-04

Planta de jardinería sección 05 ----- A-JA-05

Planta de jardinería sección 06 ----- A-JA-06

Planta de jardinería sección 07 ----- A-JA-07

Mobiliario y equipo

Mobiliario Planta baja sección 07
Educación médica e Investigación ----- A-MO0-07

Mobiliario Primer piso sección 07
Gobierno, Epidemiología hospitalaria ----- A-MO1-07

Mobiliario Planta sótano 1 sección 3
Medicina física y Auditorio ----- A-MOS1-03

Muebles de diseño

Muebles de diseño ----- A-MD-07

Muebles de diseño ----- BOL-A-MD-18

Protección civil

Arquitectónica – Protección civil – Equipamiento
Planta sótano 1 ----- A-PC-EQ-01

Arquitectónica – Protección civil – Equipamiento
Planta sótano 2 ----- A-PC-EQ-02

Arquitectónica – Protección civil – Equipamiento
Planta baja ----- A-PC-EQ-03

Arquitectónica – Protección civil – Equipamiento

Planta primer piso ----- A-PC-EQ-04

Arquitectónico Planta sótano 1

Protección civil – Rutas de evacuación ----- A-PC-RE-02

Arquitectónico Planta baja

Protección civil – Rutas de evacuación ----- A-PC-RE-03

Arquitectónico Planta primer piso

Protección civil – Rutas de evacuación ----- A-PC-RE-04

Arquitectónico Planta de conjunto

Protección civil – Rutas de evacuación ----- A-PC-RE-08

Arquitectónico Planta sótano 2

Protección civil – Señalamiento ----- A-PC-SE-01

Arquitectónico Planta sótano 1

Protección civil – Señalamiento ----- A-PC-SE-02

Arquitectónico Planta baja

Protección civil – Señalamiento ----- A-PC-SE-03

Arquitectónico Planta primer piso

Protección civil – Señalamiento ----- A-PC-SE-04

Arquitectónico Planta de conjunto

Protección civil – Señalamiento ----- A-PC-SE-08

Flujos y rutas de desalojo

Flujos y ruta de desalojo de residuos

Planta baja arquitectónica general ----- A-RDR-00

Flujos y ruta de desalojo de residuos

Planta primer piso arquitectónica general ----- A-RDR-01

Flujos y ruta de desalojo de residuos

Planta sótano 1 arquitectónica general ----- A-RDR-S1

Resumen

En el presente trabajo se expone la obra con mayor jerarquía en la que estuve laborando después de terminar mis estudios en la universidad. La experiencia laboral que fui obteniendo con el paso de los años fue fundamental para poder participar en la construcción de este hospital que es objeto de esta tesis.

Pretendo plasmar las experiencias que tuve al desarrollar este trabajo, durante la ejecución de la obra se tuvieron que aplicar conocimientos adquiridos anteriormente en otras obras, así como aplicar lo aprendido en la facultad de arquitectura.

Espero que la presente tesis sirva como referencia a generaciones futuras que quieran saber mi experiencia laboral para reforzar los conocimientos adquiridos en la carrera, en ella se abarcan la construcción de un hospital desde la cimentación hasta la jardinería, pasando por todos los procesos constructivos, para lo cual me apoyaré en textos, imágenes y planos.

La obra hospitalaria es una de las más importantes en una sociedad, ya que requiere cumplir con una excelente calidad y que brinde la seguridad necesaria a sus usuarios, es por eso que el proceso constructivo deberá llevarse con un estricto apego a las normativas de calidad en cada etapa del proceso.

El tipo de cimentación de esta obra en particular es muy poco conocida en el estado, por lo que se tuvo que contratar mano de obra especializada y maquinaria pesada para poderla llevar a cabo, se integraron sistemas constructivos mixtos, por lo que se requirió de muchos detalles técnicos constructivos y de conocimientos amplios tanto en la proyección como en la ejecución.

Es necesario trabajar en conjunto con las diversas partes que se involucran en el proyecto, por lo que el trabajo en equipo es de suma importancia para que se lleve a cabo un trabajo de calidad y se ejecute en tiempo y forma. La entrega final de la obra es la parte más satisfactoria del proceso, ya que es donde se ve plasmado el esfuerzo y esmero puesto para llegar al resultado.

Deseo que el presente trabajo sea de su agrado y les sirva mucho a los estudiantes de arquitectura y al público en general.

Nosocomio
Residente
Ecotecnias
Experiencia
Ejecución

Abstract

This work presents the most hierarchical work in which I was working after finishing my studies at the university. The work experience that I gained over the years was essential to participate in the construction of this hospital that is the subject of this thesis.

I intend to capture the experiences I had when developing this work, during the execution of the work, previously acquired knowledge had to be applied in other works, as well as applying what I had learned in the faculty of architecture.

I hope that this thesis serves as a reference to future generations who want to know my work experience to reinforce the knowledge acquired in the degree, which includes the construction of a hospital from foundation to gardening, through all the construction processes, to which I will rely on texts, images and plans.

Hospital work is one of the most important in a society, since it requires compliance with excellent quality and that it provides the necessary safety to its users, which is why the construction process must be carried out with strict adherence to quality regulations in each stage of the process.

The type of foundation for this particular work is very little known in the state, so specialized labor and heavy machinery had to be hired to carry it out, mixed construction systems were integrated, which required many Constructive technical details and extensive knowledge of both projection and execution.

It is necessary to work together with the various parties involved in the project, so teamwork is of utmost importance for quality work to be carried out and executed in a timely manner. The final delivery of the work is the most satisfactory part of the process, since it is where the effort and dedication put to reach the result is reflected.

I hope that this work is to your liking and will be of great use to architecture students and the general public.

Introducción

Para la Organización Mundial de la Salud, el hospital es parte integral de una organización médica y social cuya misión consiste en proporcionar a la población una asistencia médico sanitaria completa, tanto curativa como preventiva, y cuyos servicios externos influyen hasta el ámbito familiar.¹

El hospital como institución social ha sido siempre una entidad cambiante y así ha ido adaptándose a la cultura social de cada momento. En los últimos treinta años los hospitales han estado en un proceso de cambio muy diferente en los distintos países del mundo y está íntimamente relacionado con el grado de desarrollo socioeconómico y cultural que caracteriza a la población.²

Incluso dentro de un mismo país existen grandes diferencias entre los hospitales de diferentes regiones, no solo en tamaño y complejidad, sino también en su esencia. La diferencia entre las diferentes regiones y el gran proceso de evolución, hace que de un estudio comparativo entre el pasado y el presente prácticamente lo único en común es el nombre de hospital.³

La historia de los hospitales resulta dispersa y no existen estudios sistematizados al respecto que lo consideren de una forma en general. Es cierto que disponemos de estudios monográficos, pero sin continuidad histórica tanto en análisis comparativos con los cambios sociales en el mundo, la evolución de las enfermedades de cada época, el modo de enfermar y las formas de atender la salud de las personas.⁴

La mayor parte de los estudios se han dedicado hasta hace poco tiempo a consideraciones arquitectónicas, mientras que otros han sido interpretados a través de los ensayos de autores religiosos o médicos, si no han tenido un acento de carácter local o nacionalista. Ver la historia de los hospitales solo a través de médicos o gestores, es ver solo la mitad de la historia.⁵

En la antigüedad no existen antecedentes similares, más allá de las leproserías, enfermerías militares, albergues de peregrinos o asilos de enfermos mentales. La medicina árabe constituyó el principal escenario de una atención médica durante la alta Edad Media tanto en Oriente, como en Italia y España, donde existieron hospitales dedicados a la promoción de la salud, curación y expansión del conocimiento.⁶

Durante siglos, los hospitales se crearon para asegurar albergue a grupos sociales carentes de recursos para pagar su asistencia médica, basados en un

¹ <http://www.nacionysalud.com/node/1354> consultado el 27 de marzo de 2018.

² Ídem.

³ Ídem.

⁴ https://www.uv.es/ramcv/2012/VI.II_01_Dr._Medrano.pdf consultado el 26 de marzo de 2018.

⁵ Ídem.

⁶ Ídem.

sentimiento de amor al prójimo y de caridad cristiana. También cumplían un proceso de aislamiento y segregación en determinados pacientes como lo fueron enfermos de lepra, tuberculosis o fiebre amarilla.⁷

En las últimas décadas se incorporó el concepto de "Derecho a la Salud" de toda la población, determinando que el Hospital es la respuesta que brinda la sociedad organizada a ese derecho.⁸

El hospital moderno es un invento del siglo XX para mejora de la salud de la población, en el que se van incorporando nuevas tecnologías, nuevas modalidades asistenciales y se trabaja en equipo.⁹

Definición

Etimológica

Del latín *Hōspes*, “hospedador” y *hospitale* “habitación para huéspedes”. *Hospital*, descendiente culto del mismo vocablo latino; *hospitalario*, *hospitalidad*; *hospitalizar*.¹⁰

Real

La real academia española define la palabra como “Establecimiento destinado al diagnóstico y tratamiento de enfermos, donde a menudo se practican la investigación y la docencia”, la segunda acepción de la palabra es “Casa que servía para acoger pobres y peregrinos por tiempo limitado”.¹¹

Problemática

El Hospital General Regional No.1 de Morelia¹², Michoacán, fue edificado en 1973 a 1974, en una zona denominada “Falla de la Central Camionera”, debido al riesgo de colapso de su estructura por movimientos sísmicos sufridos a lo largo de más de tres décadas y de un probable sismo de alta magnitud, así surge la urgente necesidad de desalojar y remplazar el HGR No. 1 de Morelia.¹³

⁷ <http://www.nacionysalud.com/node/1354> consultado el 27 de marzo de 2018.

⁸ Ídem.

⁹ https://www.uv.es/ramcv/2012/VI.II_01_Dr._Medrano.pdf consultado el 26 de marzo de 2018.

¹⁰ Corominas, Joan, *Breve diccionario de la lengua castellana*, Madrid, Gredos, 2012, p. 327.

¹¹ <http://dle.rae.es/?id=KhWoA3A> consultado el 23 de marzo de 2018.

¹² A partir de aquí HGR No. 1 de Morelia.

¹³ <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf> consultado el 04 de diciembre de 2017.

Se realizan diversos estudios y peritajes así como análisis de la problemática anteriormente descrita, la cual puso en peligro la integridad y seguridad de la estructura de la torre de hospitalización y del edificio de consulta externa de especialidades, situación que aunada a la continua extracción de agua del subsuelo para el abastecimiento de la población, agravó las condiciones estructurales del inmueble.¹⁴

Se tuvieron que tomar en cuenta varios problemas adicionales como que no existían espacios suficientes en la zona, ni instalaciones acondicionadas que pudieran ser arrendadas para atender la demanda de los servicios médicos en forma permanente, lo que podía generar servicios de mala calidad, incluso la interrupción temporal de los mismos ocasionando un riesgo sanitario en la región.¹⁵

Justificación

Debido a la problemática expuesta, para evitar poner en riesgo la integridad de los derechohabientes, trabajadores y población aledaña al hospital, el IMSS opta por desalojar la torre de hospitalización y de consulta externa de especialidades del HGR no. 1 y reubicar temporalmente los servicios médicos que se brindaban.¹⁶

Se construyeron provisionalmente obras en el Centro de Seguridad Social¹⁷, el área de Oficinas Administrativas Delegacionales y la Unidad Médica de Atención Ambulatoria¹⁸, con el propósito de garantizar la continuidad de los servicios de salud pública que demandan los derechohabientes de esa región, en tanto se construía el HGR de 250 camas en Charo, Michoacán^{19,20}

De relevancia social

- Satisfacer las necesidades requeridas debido a la creciente demanda de servicios por parte de la población.
- Incrementar la calidad de vida y mejorar el aspecto de la zona.
- Crear un punto de identidad para la comunidad, que se enorgullecería de contar con este tipo de infraestructura.

¹⁴ Ídem.

¹⁵ Ídem.

¹⁶ Ídem.

¹⁷ A partir de aquí CSS.

¹⁸ A partir de aquí UMAA.

¹⁹ A partir de aquí HGR 250 camas.

²⁰ <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf> consultado el 04 de diciembre de 2017.

- Creación de nuevas fuentes de trabajo, mejores servicios de transporte urbano y el incremento en la plusvalía de los predios vecinales.
- Incrementar la cobertura de servicios de segundo nivel de atención médica.
- Brindar una atención más oportuna y de mayor calidad, logrando con esto la satisfacción de derechohabientes y usuarios, al contar con espacios más amplios, dignos y seguros.
- Derrama de incremento del empleo que este nosocomio genera desde las etapas de preparación del sitio, construcción y operación; así como la construcción de proyectos socioeconómicos adicionales en el área como la apertura de farmacias, boticas, laboratorios, restaurantes, comercios, etc.
- Incrementar la calidad de atención al derechohabiente y población usuaria, ya que está dotado de espacios funcionales que hacen más eficientes sus servicios.
- Apoyar a la población productiva del municipio (que representa un 58.23%) ofreciéndole los servicios básicos de salud, y por consecuencia, de educación, oportunidades de bienestar, desarrollo social, cultura, deporte, comercio, abasto, transporte y recreación.²¹

De relevancia institucional

Mediante la construcción del HGR 250 camas, en Charo, Mich., el instituto cubre los siguientes puntos:

- Implementar estrategias que fortalecen la prestación de cada uno de los servicios; mejoran la capacidad de gestión en su conjunto; refuerzan las finanzas institucionales y le permiten al instituto transitar hacia un sistema integrado de salud.
- Diseñar e implantar mecanismos de inversión en salud con participación pública / privada para fortalecer la infraestructura y hacer más eficiente la operación de los servicios (plan contenido en el “Programa estratégico para el periodo 2009 – 2012”).²²

²¹ Ídem.

²² Ídem.

De relevancia para la disciplina arquitectónica

- Su arquitectura sustentable ofrece bienestar y desarrollo a la comunidad y fomenta el equilibrio ecológico en beneficio de las generaciones venideras, mediante su integración con los ciclos vitales de la naturaleza.²³
- Los cinco pilares en los que se fundamenta la arquitectura sustentable son:
 - Optimización de los recursos.
 - Disminución del consumo de energéticos y uso de energías renovables.
 - Disminución de residuos y emisiones contaminantes.
 - Disminución de los costos de mantenimiento y conservación de la unidad.
 - Aumento de la calidad de confort durante la estancia del usuario de la unidad.²⁴
- La edificación sustentable se desarrolla a medida que se optimizan las normas de construcción y reglamentación en la materia, a efecto de:
 - Hacer más eficiente el consumo de fluidos y energéticos.
 - Evitar los riesgos de escurrimientos pluviales.
 - Evitar deslaves de terreno.
 - Evitar derrames de combustibles (diesel, gasolina, etc.).
 - Evitar o reducir emisiones contaminantes.
 - Mediante el aprovechamiento de materiales producto de demoliciones y residuos de obra.
 - Coadyuvando a la conservación y reducción del impacto hacia el medio ambiente.²⁵
 - Derivado de lo anterior, el HGR de 250 camas en el municipio de Charo, Michoacán, desde su concepción, diseño y construcción, hasta su operación y mantenimiento, ha sido un edificio sustentable que tuvo como principios fundamentales:

²³ Ídem.

²⁴ Ídem.

²⁵ Ídem.

- Un impacto ambiental favorable dada su ubicación, materiales, procesos, aprovechamiento de energía y sus ciclos de uso.
- Su correcta inserción en el contexto natural, cultural y económico del sitio que ocupa.
- Que como parte del entorno construido, aporte las mejores condiciones y calidad de vida para sus usuarios.²⁶
- Ser un proyecto concebido integralmente con los fundamentos de la edificación sustentable y la aplicación de innovaciones tecnológicas en el campo de la digitalización e informática, apegados a la normatividad institucional.²⁷
- Adicionalmente, es conveniente destacar que el nuevo hospital cuenta con sistemas y equipamiento del más alto nivel tecnológico. Sus 8 salas de operaciones poseen equipos de anestesia de última generación.²⁸
- La puesta en marcha de este moderno hospital, además de incrementar la infraestructura médica del estado de Michoacán, representa un importante beneficio por su funcionalidad y equipamiento de alta tecnología para el municipio de Charo y poblaciones cercanas.²⁹

Objetivo

General

El objetivo de construir el HGR de 250 camas, en Charo, fue reemplazar al HGR N° 1 de Morelia, Mich., para evitar una situación de catástrofe y garantizar la continuidad en la prestación de los servicios médicos que proporcionaba dicho nosocomio, además de otorgar a la población un centro de salud con características similares a las que tenía el HGR No.1, pero enriquecido con tecnología de punta y espacios más funcionales.³⁰

Particulares

- Otorgar la atención médica de manera integral con oportunidad y calidez, al incrementar la capacidad en su infraestructura y recursos humanos en una sola sede.³¹

²⁶ Ídem.

²⁷ Ídem.

²⁸ Ídem.

²⁹ Ídem.

³⁰ Ídem.

³¹ Ídem.

- Efectuar la reubicación de manera gradual y ordenada, sin la suspensión de ningún servicio en ningún momento, ni afectación de la calidad en la atención, en el menor tiempo posible.³²

Alcances

Los alcances del proyecto ejecutivo requerido fueron los siguientes:

- 1.- Determinar los servicios susceptibles de reubicación y el lugar en que debían establecerse.
- 2.- Precisar todas y cada una de las acciones de obra que debían ejecutarse para estar en condiciones de llevar a cabo el desalojo de la torre de hospitalización y consulta externa de especialidades, del HGR N° 1 de Morelia, Michoacán.
- 3.- Determinar el tipo de obras temporales que podían llevarse a cabo para atender la demanda de los servicios médicos sin interrupción.
- 4.- Contar con el catálogo de conceptos para contratar a precios unitarios la empresa encargada de ejecutar las obras que resultasen necesarias para la reubicación de los servicios que se encuentran en la torre de hospitalización y consulta externa de especialidades.³³

Etapas del proyecto

Ante la problemática expuesta, el IMSS tuvo que adoptar una estrategia que le permitió ejecutar diversas acciones en forma simultánea para reubicar los servicios médicos a fin de garantizar la continuidad en la prestación de los mismos y evitar su interrupción y además, garantizar la integridad física de los derechohabientes, familiares, trabajadores y autoridades del Instituto.³⁴

Se determinó que debido a no contar en ese momento con la infraestructura indispensable para reubicar todos los servicios en un solo inmueble, la alternativa más viable, técnica y económicamente fue la remodelación y adecuación del edificio del CSS, localizado a cuatro km. del Conjunto Médico Administrativo³⁵, en el que se prestarían los servicios temporalmente en tanto se construía el nuevo hospital.³⁶

³² Ídem.

³³ Ídem.

³⁴ Ídem.

³⁵ A partir de aquí CMA.

³⁶ <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf> consultado el 04 de diciembre de 2017.

Se hizo inaplazable la reubicación de los servicios brindados en el HGR no. 1, por lo que se determinó contratar los servicios requeridos mediante la adjudicación directa para la elaboración de los proyectos ejecutivos, catálogo de conceptos y las especificaciones particulares de las obras nuevas y temporales de adecuación y remodelación a realizarse en el CSS, oficinas administrativas delegacionales y UMAA.³⁷

Para atender la problemática se tienen que emprender varias acciones debido a la magnitud y prioridad de este. El proyecto o plan empieza con la reubicación de servicios médicos a obras temporales y termina con la puesta en operación de las obras permanentes, quedando implícitos en el proceso varias etapas que a grandes rasgos consisten en las siguientes:

- Construcción de obras temporales.
- Desmontaje y montaje de equipo así como traslado de instrumental y mobiliario, del HGR no. 1 a las obras provisionales.
- Reubicación de servicios médicos mediante la puesta en operación de las obras temporales.
- Demolición del HGR no.1 en Morelia, Mich.
- Construcción del HGR 250 camas, en Charo, Michoacán.
- Reubicación de los servicios médicos a las obras permanentes.

Campo de estudio

El HGR 250 camas, en Charo, Michoacán, es una obra prioritaria para el sector salud y para el IMSS, que tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud y la asistencia médica, además de la obligación de proporcionar a la población derechohabiente y usuaria una gama de prestaciones y servicios.³⁸

La finalidad de todo proyecto corresponde a solucionar de la mejor manera posible, las necesidades del cliente para resolver una problemática, en este caso en específico, para el desarrollo del hospital se tienen que recurrir a varias profesiones siendo estas las siguientes:

³⁷ Ídem.

³⁸ <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf> consultado el 04 de diciembre de 2017.

Tabla no. 1.- Campo de estudio de las especialidades que intervienen en la construcción del hospital

Arquitectura	
Proyectista de obra civil	Elaborar y diseñar los planos del proyecto desde el anteproyecto hasta los planos ejecutivos del mismo. Específicamente que no estén incluidos en las ingenierías del proyecto.
Planeación de obra	Diseñar estrategias que determinen la ejecución de la obra en tiempo y forma como rutas críticas, áreas por desarrollar por orden jerárquico, pedidos de material o equipo importado.
Dibujante de obra	Elaborar detalles constructivos no considerados en los planos o por cambio de proyecto
Supervisor de obra	Supervisar y ejecutar los trabajos descritos en los planos aplicando la normatividad correspondiente, con la calidad requerida por el cliente con ética y profesionalismo.
Analista de precios unitarios	Elaborar el presupuesto de obra normal y extraordinaria.
Control de obra	Elaborar estimaciones y generadores de obra para cobro de los trabajos ejecutados. Ordenar y organizar documentación que avale la calidad de los materiales y trabajos ejecutados (fichas técnicas, pruebas de resistencia de materiales, pruebas de compactación de terracerías, garantías de equipos, etc.)
Ingeniería civil	
Proyectista de obra civil y de ingenierías	Elaborar y diseñar los planos desde el anteproyecto hasta los planos ejecutivos del mismo.
Planeación de obra	Diseñar estrategias que determinen la ejecución de la obra en tiempo y forma como rutas críticas, áreas por desarrollar por orden jerárquico, pedidos de material o equipo importado.
Topografía	Realizar el levantamiento topográfico del terreno para delimitar la superficie y plasmarlo en un plano, incluyendo coordenadas y curvas de nivel. Ubicar los puntos de referencia de trazo y nivelación de los diferentes trabajos que intervienen en el desarrollo del proyecto desde la obra civil como la obra exterior. Cuantificación de materiales de relleno y volumen de excavación.
Dibujante de obra	Elaborar detalles constructivos no considerados o por cambio de proyecto
Supervisor de obra civil	Supervisar y ejecutar los trabajos descritos en los planos aplicando la normatividad correspondiente, con la calidad requerida por el cliente con ética y profesionalismo.
Supervisor de instalaciones	Supervisar y ejecutar los trabajos descritos en los planos bajo la normatividad correspondiente, con la calidad requerida por el cliente con ética y profesionalismo. Específicamente trabajos correspondientes a instalaciones hidráulicas, sanitarias y de aire acondicionado, así como guías mecánicas de equipos.
Supervisor de elementos estructurales	Supervisar y ejecutar los trabajos descritos en los planos aplicando la normatividad correspondiente, con la calidad requerida por el cliente con ética y profesionalismo. Específicamente trabajos correspondientes a elementos estructurales (cimentación, columnas, traveses, losas, estructuras metálicas, entre otras).

Estructurista
Realizar un estudio de mecánica de suelos y saber la capacidad de resistencia del terreno. Proponer y diseñar los sistemas constructivos de la estructura del proyecto, así como las dimensiones de los elementos y materiales a utilizarse.
Control de calidad
Realizar pruebas de resistencia de materiales de obra y elementos que intervienen en el desarrollo de la misma (pruebas de compactación, pruebas de resistencia de materiales que no cuenten con garantías, pruebas de resistencia en concreto y acero, pruebas de penetración de soldadura en estructuras metálicas, etc.).
Analista de precios unitarios
Elaborar el presupuesto de obra y precios de obra extraordinaria no contemplados en el catálogo original.
Control de obra
Elaborar estimaciones y generadores de obra para cobro de los trabajos ejecutados. Ordenar y organizar documentación que avale la calidad de los materiales y trabajos ejecutados (fichas técnicas, pruebas de resistencia de materiales, pruebas de compactación de terracerías, garantías de equipos, etc.) Elaborar control de estimaciones.
Ingeniería eléctrica
Supervisor de instalaciones
Supervisar y ejecutar los trabajos descritos en los planos aplicando la normatividad correspondiente, con la calidad requerida por el cliente con ética y profesionalismo. Específicamente trabajos correspondientes a instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones, así como guías mecánicas de equipos.
Analista de precios unitarios
Elaborar el presupuesto de obra normal y extraordinaria.
Control de obra
Elaborar estimaciones y generadores de obra para cobro de los trabajos ejecutados. Ordenar y organizar documentación que avale la calidad de los materiales y trabajos ejecutados (fichas técnicas, pruebas de resistencia de materiales, pruebas de compactación de terracerías, garantías de equipos, etc.) Elaborar control de estimaciones.
Ecología
Realizar estudios de impacto ambiental para afectar lo mínimo posible al medio ambiente. Desarrollo y aplicación de ecotecnias para hacer el proyecto sustentable.
Administración de empresas
Realizar un planeación para el óptimo funcionamiento de la empresa. Controlar el flujo de efectivo y planificar gastos. Optimizar el manejo de los recursos humanos.
Contabilidad
Administrar el recurso financiero. Llevar un control de los montos ejercidos y por ejercer. Calcular la caja chica semanalmente y comprobar los gastos. Realizar cotización y compra de materiales. Calcular, tramitar y realizar el pago de nóminas. Llevar un control del personal (asistencia, salario, etc.)

Fuente: elaboración propia.

Currículum Vitae



**RUBEN ALEJANDRO
SOLIS MORA**

SOMR851116HMNLRB09

Edad
34 años

Dirección:
Lic. Alberto Alvarado #937-A
Fraccionamiento
Villa Universidad
C.P. 58060

Ciudad:
Morelia, Michoacán

Teléfono móvil:
(044) 443 486 5244

E-mail:
rubenalejandro85@hotmail.com

Nacionalidad:
Mexicana

Formación académica

PASANTE DE ARQUITECTO

Generación: 2003 – 2008

Egresado: **Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo**

Educación:

2003-2008
Facultad de Arquitectura (UMSNH)
Pasante de licenciatura

2000-2003
Preparatoria Taximaroa
(Incorporada por cooperación a la UMSNH)

1998-2000
Programador analista en computación
(Instituto de Computación Hidalgo)

Servicio Militar liberado

Servicio social liberado
Realizado en el Instituto de la Infraestructura
Física Educativa del Estado de Michoacán,
adscrito al Departamento de Construcción, en
el programa Mejores Escuelas.

Experiencia Profesional:

- **Terminación de Obra Nueva denominada UMAA (Unidad Médica de Atención Ambulatoria, en Morelia, Michoacán)**
Edificaciones y Desarrollo de Ingeniería S.A. de C.V.
(EDIFICA)
Fecha: Julio de 2008 a Febrero de 2010
Área: Residencia de Obra Civil
Puesto: Auxiliar de Residencia

Principales Funciones: Generación de obra para su cobro, elaborar estimaciones, apoyar en la captura de datos en el Programa Neodata ERP como entradas y salidas de almacén, contratos, destajos, estimaciones, etc.

Realizar estimaciones de los destajistas, cuantificación de obra civil, revisión de órdenes de compra, requisitar material ya sea local o foráneamente, supervisión de obra, búsqueda de soluciones a detalles no especificados en el proyecto, impresión de planos, realización de planos AS-BUILT del proyecto arquitectónico y estructural.

- **Construcción de Obra Nueva, Unidad Médica Familiar 10 Consultorios (UMF 10 Consultorios, en Puerto Vallarta, Jalisco)**
Edificaciones y Desarrollo de Ingeniería S.A. de C.V.
(EDIFICA)
Fecha: Marzo de 2010 a Octubre de 2010
Área: Residencia de Obra Exterior
Puesto: Auxiliar de Residencia

Principales Funciones: Generación de obra para su cobro, elaborar estimaciones, revisar estimaciones de los destajistas, cuantificación de obra civil y obra exterior, requisitar material local o foráneo, pedido de materiales para la construcción, supervisión de obra, soluciones a detalles no especificados en el proyecto, impresión de planos.

- **Remodelación de casa habitación (Nivel medio-alto) Particular, Calle Perú #88, Fracc. Las Américas, Morelia, Michoacán.**
Arq. Karina Soto Ruiz e Ing. Jonathan Calva Vargas.
Fecha: Enero de 2014 a Septiembre de 2014.
Área: Residencia de obra civil e instalaciones.
Puesto: Residente de obra civil e instalaciones.

Principales funciones: supervisión de obra, solución a detalles estructurales por antigüedad del inmueble, cuantificación, cotización y compra de insumos para la construcción, generación de obra para cobro de la misma, realización de estimaciones, control de destajistas, control de gastos por semana, archivo de fotografías por día.

Solución estética a detalles existentes por mala ejecución de obra anteriormente, organización de cuadrillas de trabajo, solicitud de permisos para construcción, así como ante la CFE para reconexión de servicios, calendarización de obra.

Entrevistas con el cliente, comparativas de materiales y costos, diseño de instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y telecomunicaciones, ordenes de trabajo y supervisión de obra blanca, así como de acabado final (acabado en piso, acabado en muros, acabado en plafones).

Órdenes de trabajo y supervisión de instalación de muebles sanitarios, cancelerías, herrerías, carpinterías, estructura metálica, limpieza final y entrega de obra al cliente.

- **Construcción de obra nueva Secundaria Particular “Colegio Americano” (Primera etapa), Av. Real Universidad #235, Fracc. Real Universidad, Morelia, Michoacán.**

Arq. Oswaldo Pérez Rodríguez.

Fecha: Febrero de 2016 a Agosto de 2016.

Área: Residencia de obra civil e instalaciones.

Puesto: Residente de obra civil e instalaciones.

Principales funciones: supervisión de obra, cuantificación, cotización y compra de insumos para la construcción, generación de obra para cobro de la misma, realización de estimaciones, control de destajistas, control de gastos por semana, archivo de fotografías por día y semana.

Organización de cuadrillas de trabajo, calendarización de obra, instalación de equipo especializado en áreas deportivas como porterías en cancha de futbol 7 reglamentaria e instalación de tableros prefabricados para basquetbol.

Coordinación de suministro de materiales para terracerías y obra exterior tales como filtro, base cementada y concreto para plataformas en canchas deportivas, así como coordinación de trabajos para maquinaria pesada

(retroexcavadora, rodillo vibrocompactador y motoconformadora) para la ejecución de los trabajos entes mencionados.

Cotización y renta de maquinaria ligera y pesada para la construcción, entrevistas con el cliente, comparativas de materiales y costos, solución a instalaciones hidrosanitarias por cambio de proyecto.

Ordenes de trabajo y supervisión de obra blanca, así como de acabado final (acabado en piso, acabado en muros, acabado en plafones), ordenes de trabajo y supervisión de instalación de muebles sanitarios, cancelerías, herrerías, carpinterías, estructura metálica, limpieza final y entrega de obra y llaves al cliente.

- **Adecuación del área de Homicidios de la Procuraduría General de Justicia del Estado de Michoacán mediante el área de monitoreo del inmueble, Periférico Independencia # 5000, Col. Sentimientos de la nación, Morelia, Michoacán.**

Sigel Construcción y diseño S.A. de C.V.

Fecha: Octubre de 2016 a Febrero de 2017.

Área: Residencia de obra civil e instalaciones.

Puesto: Residente de obra civil e instalaciones.

Principales funciones: supervisión de obra, cuantificación, cotización y compra de insumos especializados de acuerdo a proyecto para la construcción, generación de obra para cobro de la misma, realización de estimaciones, control de destajistas, calendarización de obra.

Interpretación y ejecución de planos de instalaciones especiales y telecomunicaciones, solución a detalles no contemplados en los planos, adecuación de trabajos de instalaciones por incongruencias entre lo físico en obra y lo proyectado.

Comparativas de materiales y costos, ordenes de trabajo y supervisión de obra blanca, así como de acabado final (acabado en piso, acabado en muros, acabado en plafones), ordenes de trabajo y supervisión de instalación de cancelerías con herrajes especializados y sobre pedido.

Supervisión de instalación de herrerías, estructura metálica, limpieza final, realización de planos As-built, calcular y

balancear el cuadro de cargas de acuerdo a las adecuaciones de proyecto así como el diagrama unifilar, entrega de obra y llaves al cliente.

- **Terminación de oficinas municipales y estancia infantil para el H. Ayuntamiento de Hidalgo, Guadalupe González del Pino esq. Con Melchor Ocampo Poniente, Ciudad Hidalgo, Michoacán.**

De la Serna Constructora, S.A. de C.V.

Fecha: Julio de 2017 a Octubre de 2017.

Área: Residencia de obra civil e instalaciones.

Puesto: Residente de obra civil e instalaciones.

Principales funciones: realización del proyecto ejecutivo, realización del catálogo de conceptos para integrarlo al paquete de licitación, supervisión de obra, cuantificación, cotización y compra de insumos especializados de acuerdo a proyecto.

Generación de obra para cobro de la misma, realización de estimaciones, control de destajistas, calendarización de obra y de entrega de materiales en obra, interpretación y ejecución de planos de instalaciones especiales y telecomunicaciones.

Solución a detalles no contemplados en los planos, comparativas de materiales y costos, supervisión de obra blanca, así como de acabado final (acabado en piso, acabado en muros, acabado en plafones), calcular y balancear el cuadro de cargas de acuerdo a las adecuaciones de proyecto así como el diagrama unifilar.

- **Proyecto y ejecución de obras de carácter habitacional, en diferentes partes de país como Huichapan, Hidalgo; CDMX y Morelia, Michoacán.**

Gewissen Echo-architects.

Fecha: Mayo de 2018 a la fecha.

Área: Oficinas administrativas.

Puesto: Residente de obra y proyectista.

Principales funciones: Realización del proyecto arquitectónico, diseño de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas principalmente. Supervisión de obra y tramitología de permisos para llevarlas a cabo en diferentes ciudades de país. Cotización de materiales y cuantificación de obra.

Obra elegida para la tesis por experiencia profesional.

- **Construcción de Obra Nueva H. G. R. No. 1 (Hospital General Regional 250 camas Sustentable, Cd. Tres Marías, Morelia, Michoacán)**
Promotora y Desarrolladora Mexicana S. A. de C. V.
(PRODEMEX)
Fecha: Junio de 2011 a Enero de 2013.
Área: Residencia de Obra Civil.
Puesto: Residente de Obra (Jefe de frente).

Principales Funciones: Supervisión de Obra civil (engloba la obra negra, obra gris y obra blanca), supervisión de estructuras metálicas, diseño de fachadas generales a base de placa de cantera rosa de la región, cuantificación de insumos de obra.

Programación de obra, solicitud y programación de colados ya sea a tiro directo o bombeado, solicitud y seguimiento a pruebas de laboratorio, generación de obra para cobro de la misma, estimaciones de los mismos números generadores.

Revisión de estimaciones de los destajistas, cuantificación de conceptos de obra civil, requisición de material local o foráneo, pedido de materiales para la construcción, búsqueda de soluciones a detalles no especificados en el proyecto, dibujo de boletines arquitectónicos.

Esta obra fue seleccionada debido a que es la más grande en todos los aspectos en la que he participado, desde extensión territorial hasta inversión económica, además de ser la obra en la que debuté como residente de obra civil hospitalaria. En esta obra se realizaron trabajos en los que jamás había participado, como lo son las cimentaciones profundas por pilotaje que requirieron de maquinaria especializada para su ejecución.

La fuerza de trabajo en campo llegó a ser de alrededor de 1, 500 trabajadores de todas las especialidades, por lo que el nivel de organización requirió de una gran cantidad de personal técnico y administrativo para poder controlar la obra.

Capítulo 1

Antecedentes

1.1.- Antecedentes históricos

1.1.1.- Los hospitales en el mundo

Según algunos historiadores la existencia de los hospitales se remonta al año 4000 a. C., usando los templos de veneración a los dioses antiguos como casas de refugio para enfermos e inválidos y como escuela para médicos.³⁹

En la Grecia antigua entre el 1200 – 1100, en el periodo micénico, las *iatreion* eran salas de consulta privada de los médicos mejor situados, ubicadas por lo general en los centros de la ciudad, con camas para explorar a los enfermos y para que descansaran. Estas serían el antecedente de los consultorios externos.⁴⁰

En el siglo VI a. C., el “santuario de Asclepio” en Epidauro, es considerado el más antiguo de los templos de salud, en los cuales se atendían enfermos y cuyas instalaciones contaban con salas de consulta, terrazas para ritos y hospitalización en cama, donde eran dormidos los pacientes y según la creencia aparecía Asclepio durante el sueño y los curaba dándoles consejos.⁴¹ (Ver imagen no.1)

Imagen no. 1.- Reconstrucción del santuario de Asclepio de Kos.



Fuente: *Diccionario de símbolos y temas misteriosos*, 25 de marzo de 2018, <<http://diccionariodesimbolos.com/images/S/santuario2.jpg>>

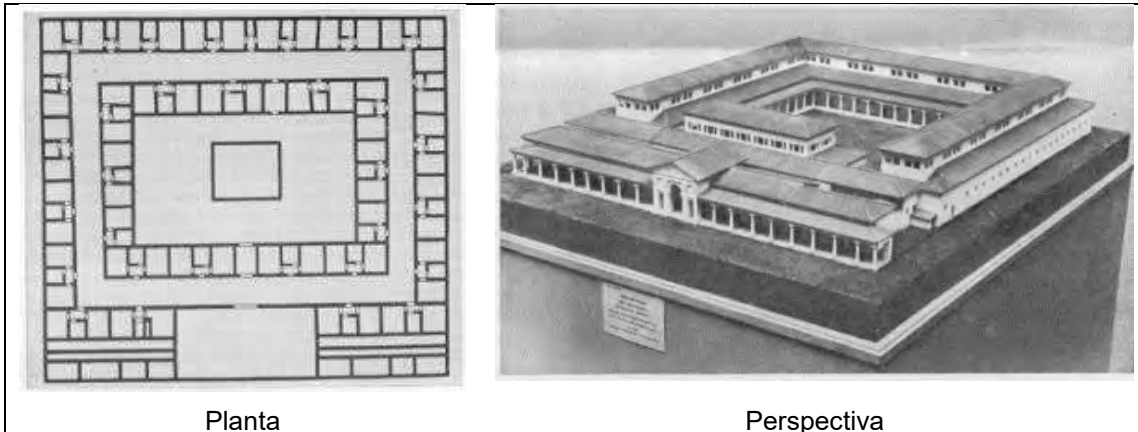
³⁹ Diego Ayuso Murillo, *La apertura de un hospital*, Madrid, Ediciones Díaz de Santos S. A., 2014, p. 40

⁴⁰ <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/118922> consultado el 24 de marzo de 2018.

⁴¹ Ídem

Para el año 14 a. C., el imperio Romano y su lucha expansionista, con el sometimiento a esclavos de los prisioneros capturados en los pueblos derrotados, crea la necesidad de un sistema sanitario más práctico y rápido que repusiera a sus legionarios, es así como los emperadores crean el primer valetudinario (del latín *valetudo*: achacoso, débil, enfermo).⁴² (ver imagen no. 2)

Imagen no. 2.- Modelo reconstruido del hospital militar romano valetudinario en Vetera



Fuente: *Health care delivery systems in ancient' greece and rome*, 25 de marzo de 2018, <<http://lanbob.com/lanbob/H-Authors/HA-GreekRomanHp.htm>>

Aparecen como hospitales militares a cargo de médicos en amplias y confortables instalaciones, con ambientes aislados entre sí, que contaban con baño propio. Esta práctica se extendió por todo el mundo, se creaban valetudinarios para las diferentes clases sociales, desde los militares, feudales, esclavos y campesinos pobres. Los valetudinarios coexistían con los santuarios, terminando por sustituirlos.⁴³

Al desintegrarse el imperio esclavista romano y dar paso al sistema feudal en desarrollo productivo de la sociedad, aparece la necesidad de albergues que recibieran a los foráneos, es así como el emperador Rómulo Augustus crea por edicto en el siglo II d. C., las xenodoquias (del griego *xenos* -foráneo- y *dochion* -recibimiento-) que eran lugares de hospedaje y descanso.⁴⁴

Hasta este punto podemos apreciar que los hospitales se han modificado a conveniencia de los gobernantes de las distintas civilizaciones, las características de estos no determinan la definición ni función que se tiene en la actualidad. El movimiento que revolucionaría y de cierta manera profesionalizaría la asistencia médica, sería el cristianismo, ya que dicha labor se haría de forma altruista, universal e interclasista.

A partir del siglo IV de nuestra era, el imperio romano admite el cristianismo como religión oficial, los cristianos de oriente comenzaron a establecer y mantener una serie

⁴² http://www.articulo.org/articulo/4741/historia_de_los_hospitales.html consultado el 24 de marzo de 2018.

⁴³ Ídem.

⁴⁴ Ídem.

de fundaciones para ayudar a enfermos pobres. Los hospitales son concebidos y creados por Edicto, inspirados en la doctrina y ejemplo de Cristo.⁴⁵

El primer hospital construido hacia finales de la edad media, es “La ciudad hospitalaria de San Basilio de Cesarea”, en Capadocia (actualmente Kayseri, Turquía), que data del año 365 d. C., a cargo del obispo Eustacio.⁴⁶

Este primer centro de atención a enfermos fue el comienzo de una tradición de beneficencia, donde se atendían a miles de campesinos pobres, víctimas del sistema feudal y a enfermos de lepra.⁴⁷ (ver imagen no. 3)

Consistía en un gran número de edificios con habitaciones para médicos, para enfermeras, orfanato, hospital general y para leprosos, asilo de ancianos, residencia para el personal y los obreros, cocina, lechería, lavandería y una escuela industrial.⁴⁸

Serviría de modelo para los edificios posteriores. El penúltimo emperador romano “Basilio el Grande”, decreta su generalización por todo el imperio.⁴⁹

Imagen no. 3.- La ciudad hospitalaria de San Basilio de Cesarea



Fuente: *Slideshare*, 25 de marzo de 2018, <<https://es.slideshare.net/Luisgra/modelo-occidental-en-crisis>>

⁴⁵ Ídem.

⁴⁶ <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PIEm8QAZvmcJ:repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2997/4/Centro%2520de%2520Atenci%25C3%25B3n%2520M%25C3%25A9dica%2520Inmediat%2520Bellavista%2520Baja.pdf+%cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx> consultado el 24 de marzo de 2018.

⁴⁷ Ídem.

⁴⁸ Ídem.

⁴⁹ Ídem.

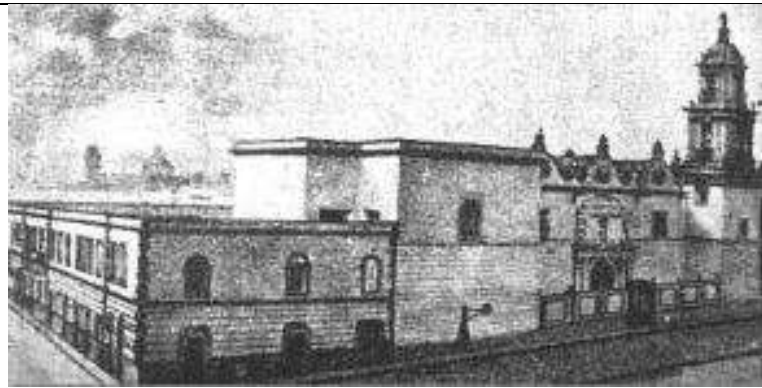
Tras la desintegración del imperio romano a los pocos años, estos hospitales quedaron por todo el mundo como uno de sus últimos aportes, junto a ellos crecieron numerosas órdenes religiosas que durante más de 1500 años mantuvieron vivos los preceptos que inspiraron su creación.⁵⁰

1.1.2.- Los hospitales en México

Antes de la conquista en Tenochtitlán, durante el reinado de Moctezuma, existía el *Tihuicán*, equivalente al hospital mexica en el que se atendía a veteranos de guerra, inválidos y heridos de combate. Las enfermeras, llamadas *tíctli*, se encargaban de administrar brebajes, lavados intestinales, colocaban férulas y vigilaban los temazcales.⁵¹

Sin embargo, con la llegada de los españoles también vinieron enfermedades desconocidas para nuestros antepasados y hubo epidemias de viruela, sarampión, paludismo, fiebre amarilla y dengue. La atención médica era muy inestable y por esa razón Hernán Cortés fundó el primer hospital por iniciativa de Fray Bartolomé Olmedo al terminar la conquista.⁵²

Imagen no. 4.- Hospital de la inmaculada concepción de nuestra señora



Fuente: *Leyendas Mexicanas de terror*, 25 de marzo de 2018, <<http://www.nuestrasleyendasdeterror.com/leyenda-de-terror/el-doctor-del-hospital-de-jesus/>>

En el lugar donde se encontraron por primera vez el conquistador Hernán Cortés y el tlatoani mexica Moctezuma es donde se funda en 1524 el primer hospital de corte europeo de México y del continente americano, denominado “Hospital de la inmaculada concepción de nuestra señora”, conocido también como *cocoxcalli* o “casa de salud de los náhuatl”.⁵³

Este edificio fue réplica del “hospital de las cinco llagas de Sevilla”, conformado por dos niveles comunicados mediante una escalera monumental cuya función de

⁵⁰ http://www.articulo.org/articulo/4741/historia_de_los_hospitales.html consultado el 24 de marzo de 2018.

⁵¹ <http://www.eluniversal.com.mx/entrada-de-opinion/colaboracion/mochilazo-en-el-tiempo/nacion/sociedad/2016/08/29/el-primer-hospital> consultado el 24 de marzo de 2018.

⁵² Ídem.

⁵³ Ídem.

tránsito a la par permitía el paso de corrientes de aire para facilitar la curación de los enfermos.⁵⁴ (ver imagen no. 4)

Durante los siglos XVI, XVII y XVIII, los hospitales se construyeron unidos a templos debido a que al clero ejercía los trabajos de caridad.⁵⁵

En 1847, se fundó el primer hospital gubernamental de la república llamado “San Pablo” (actualmente hospital Juárez), que dió atención principalmente a las epidemias que surgieron a raíz de la guerra de independencia.⁵⁶

Durante el gobierno de Benito Juárez (1858-1861), se inició la transformación de la infraestructura hospitalaria mediante leyes expedidas el 13 de julio de 1859, referente a la nacionalización de los bienes eclesiásticos, el 2 de febrero de 1861, se secularizan los hospitales y los establecimientos de beneficencia, con los siguientes acontecimientos:

- Otorgamiento de atención médica como una manifestación de beneficencia y no de caridad.
- La aparición de una dependencia que coordinara los hospitales públicos.
- La aparición de organizaciones mutualistas; la primera empezó a funcionar en 1864 y se denominó la sociedad particular socorro.
- La reglamentación legal de los hospitales de beneficio social.⁵⁷

A fines del siglo XIX y principios del XX la construcción de edificios para la salud estaba bajo la influencia de la inspiración europea, se abandonaron las construcciones eclesiásticas y se diseñaron instituciones formados por edificios distribuidos en áreas de grandes dimensiones.⁵⁸

El hospital general (1896-1905) y el manicomio la Castañeda (1910) fueron los hospitales que iniciaron la formación de los servicios médicos del gobierno de la ciudad.

Después de la revolución mexicana el país inicia una etapa de reconstrucción, la cual incluye la construcción de edificios destinados a la salud. Una de las primeras realizaciones de la arquitectura funcionalista en México fue el sanatorio para tuberculosos en Huipulco, del Arq. José Villagrán, inaugurado en 1935.⁵⁹

⁵⁴ <https://es.scribd.com/document/326516814/Historia-de-Los-Hospitales-en-Mexico> consultado el 24 de marzo de 2018.

⁵⁵ Ídem

⁵⁶ Ídem.

⁵⁷ Ídem.

⁵⁸ Ídem.

⁵⁹ Ídem.

Entre 1933 y 1942 se logró beneficiar al pueblo con medidas revolucionarias, una de las cuales fue formular sistemas de atención a la salud tomando en cuenta los aspectos generales. De esta forma se creó la secretaria de asistencia pública, que amplió distintas unidades médicas.⁶⁰

En 1936 se inaugura el hospital Colonia de los “Ferrocarriles Nacionales de México”, siendo el primer hospital vertical, ya que los hospitales habían sido grandes pabellones transversales. Se trataba de un hospital modelo y único en su género, contaba con instalaciones y equipos modernos, se atendían novedosamente problemas de medicina general y de especialidades médico - quirúrgicas.⁶¹ (ver imagen no. 5)

Imagen no. 5.- Hospital Colonia de los Ferrocarriles Nacionales de México



Fuente: Facebook, 25 de marzo de 2018, <<https://es-la.facebook.com/laciudaddemexicoeneltiempo/photos/a.195987210423307.42656.187533597935335/1587034034651944/?type=3>>

En 1943 se funda el Instituto Mexicano del Seguro Social⁶², organismo descentralizado económicamente sostenido por los patrones, empleados y el estado. Su objetivo es brindar protección a la clase trabajadora como amparo en caso de accidentes, enfermedades, vejez, muerte y cesantía en edad avanzada.⁶³

El primer hospital de este organismo fue un edificio adaptado e inaugurado en 1944, denominado “Sanatorio uno”. Las instalaciones fueron anteriormente del “Hotel Ambassador”, situado en la esquina de Michoacán y av. México, en la colonia

⁶⁰ Ídem.

⁶¹ <http://amc.org.mx/web/historia-de-los-hospitales/> consultado el 24 de marzo de 2018.

⁶² A partir de aquí IMSS.

⁶³ <https://es.scribd.com/document/326516814/Historia-de-Los-Hospitales-en-Mexico> consultado el 24 de marzo de 2018.

Hipódromo (Condesa), el estilo arquitectónico era Art Déco y actualmente se encuentra un edificio de departamentos.⁶⁴ (Ver imagen 6)

Imagen no. 6.- Sanatorio 1 del IMSS.



Fuente: *Pinterest*, 25 de marzo de 2018,
<<https://www.pinterest.com/pin/113364115599703945/>>

Los adelantos de tecnología, medicina, sistemas constructivos y las nuevas teorías de planeaciones para hospitales, son la base determinante para la etapa de la arquitectura hospitalaria.⁶⁵

En 1941 se integra “El Plan Maestro del Centro Médico Nacional”, obra de los arquitectos José Villagrán García y Mario Pani; y en 1942 se concluye el “Plan de construcción de los hospitales para la República Mexicana”, autoría de varios arquitectos e ingenieros, entre ellos Pani y Villagrán.⁶⁶

En 1955 se fundó el hospital de trabajadores al servicio del estado; siendo antecedente de los servicios del Instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores del estado (por sus siglas ISSSTE) en 1960, dependiendo de la Secretaría de salubridad y asistencia.⁶⁷

⁶⁴ <https://www.facebook.com/laciudaddemexicoeneltiempo/photos/a.195987210423307.42656.187533597935335/1652589078096439/?type=3&theater> consultado el 27 de marzo de 2018.

⁶⁵ Ídem.

⁶⁶ <https://portalacademico.cch.unam.mx/repositorio-de-sitios/historico-social/historia-de-mexico-2/HM2-3CultPortal/Arquitectura-Urbanismo1940.pdf> consultado el 24 de marzo de 2018.

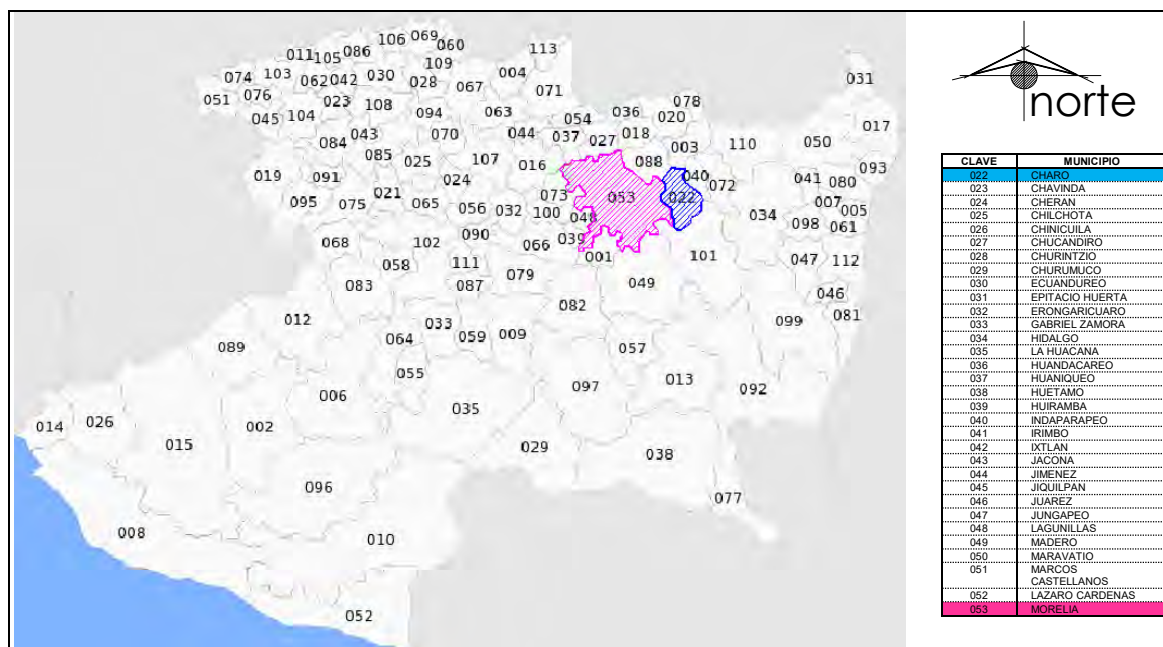
⁶⁷ <https://es.scribd.com/document/326516814/Historia-de-Los-Hospitales-en-Mexico> consultado el 24 de marzo de 2018.

1.2.- Ubicación geográfica

El nuevo HGR de 250 camas, se ubica en la Avenida Tres Marías, en Ciudad Tres Marías, Municipio de Charo, Michoacán, a una altura de 1,950 metros sobre el nivel del mar (ver imagen no. 8 y 9). El predio se encuentra a 10 minutos del Aeropuerto Internacional de Morelia; su conexión a la Ciudad de México es por medio del entronque carretero Maravatío - Zapotlanejo, que se enlaza con la Autopista de Occidente.⁶⁸

El nuevo acceso que parte del Periférico de la Ciudad de Morelia, en la zona conocida como salida a Charo que se ubica al oriente, es un tramo de la nueva autopista que comunica con el Aeropuerto Internacional de Morelia, lo que permite un rápido acceso de la población al centro hospitalario. Las coordenadas del HGR 250 camas son: latitud norte 19° 43' 29"y longitud oeste 101°5' 33".⁶⁹ (ver imágenes no. 7, 8 y 9)

Imagen no. 7 Municipios de Michoacán.



Fuente: Wikipedia, 19 de enero de 2018, <https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Michoac%C3%A1n>

⁶⁸ Ídem.

⁶⁹ Ídem.

"Hospital General Regional IMSS de 250 camas Autosustentable"

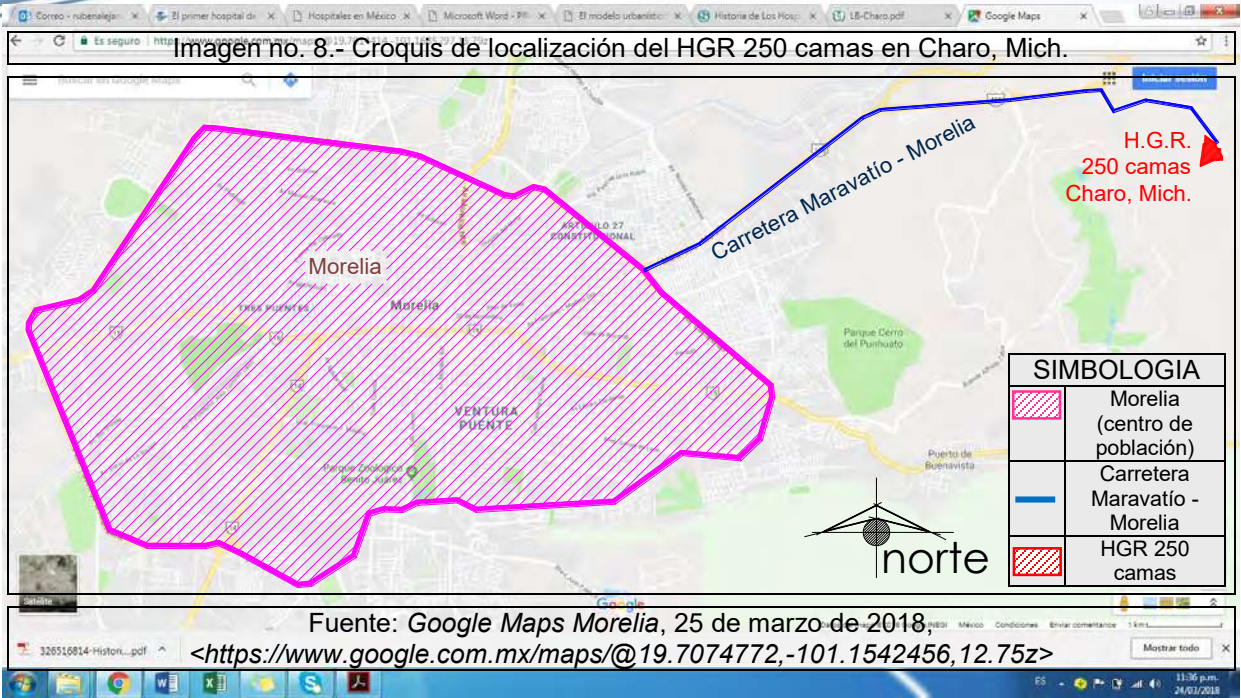


Imagen no. 10.- Croquis de microlocalización del HGR 250 camas en Charo, Mich.



Fuente: *Google Maps Morelia*, 03 de julio de 2020,
<<https://www.google.com.mx/maps/@19.7263968,-101.0913222,17z>>

“Hospital General Regional IMSS de 250 camas Autosustentable”

Imagen no. 11.- Vista aérea del HGR 250 camas, en Charo, Mich.



Fuente: Google earth, 27 de marzo de 2018, <coordenadas 19° 43' 29" N, 101° 5' 33" W.>

Capítulo 2 Fundamento legal

La aplicación de leyes y normas son importantes para establecer un proceso por el cual se unifican criterios respecto a determinadas materias y para la utilización de un lenguaje común en un campo de actividad definido. A continuación se mencionan los ordenamientos aplicados y se describen las partes específicas de cada uno de ellos.⁷⁰

2.1.- Reglamentos y normatividad

2.1.1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo 4º, establece que “Toda persona tiene derecho a la protección de la salud”. Por lo que el derecho a la salud es un derecho constitucional.⁷¹

2.1.2.- Ley General de Salud

Artículo 37, determina las condiciones de la población para brindar los servicios médicos, así como el tipo de atención que comprenden.

Artículo 77 bis 1, versa sobre el derecho de los mexicanos a ser incluidos al sistema de protección de salud sin importar su condición social. También establece los criterios y alcances de la prestación de servicios médicos.⁷²

2.1.3.- Ley del Seguro Social

Artículo 2, establece que la seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que será garantizada por el Estado.

Artículo 251, fracción VI, indica los establecimientos que se deberán construir para brindar seguridad social y bienestar familiar.⁷³

2.1.4.- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento

Artículo 1, tiene por objeto reglamentar las contrataciones de obras públicas.⁷⁴

⁷⁰ <https://introduccionalestudiodelderechounivia.wordpress.com/2013/11/30/importancia-de-las-leyes-y-normas-en-la-sociedad/> consultado el 26 de marzo de 2018.

⁷¹ <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf> consultado el 26 de marzo de 2018.

⁷² Ídem.

⁷³ Ídem.

⁷⁴ Ídem.

2.1.5.- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y su Reglamento

De igual manera en su artículo 1, se establece que tiene por objeto reglamentar las contrataciones de obras públicas.⁷⁵

2.1.6.- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

En su Título Primero. Capítulo IV, Sección V, Artículo 28º, establece la evaluación de “Impacto Ambiental” para todas aquellas obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico.⁷⁶

2.1.7.- Reglamento Interior del IMSS

En el Título Cuarto. Capítulo Primero, Artículo 82, Fracción VI, define “las facultades de la Dirección de Prestaciones Médicas”, entre las cuales está la de “aprobar, la Normatividad y sus lineamientos a que se deberá sujetar la construcción, ampliación, remodelación y equipamiento de unidades médicas”.⁷⁷

2.1.8.- Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000. Establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SSA2-1993. Establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito y permanencia de los discapacitados a los establecimientos de atención médica del Sistema Nacional de Salud.

Norma Oficial Mexicana NOM-156-SSA1-1996. Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996. Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.

Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998. Colores y señales de higiene e identificación de riesgo por fluidos conducidos en tuberías.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones eléctricas, utilización.⁷⁸

⁷⁵ Ídem.

⁷⁶ Ídem.

⁷⁷ Ídem.

⁷⁸ Ídem.

2.1.9.- Normatividad Federal, Estatal y Municipal

Los siguientes ordenamientos aplican a lo largo de su contenido de forma general las leyes, normas o conjunto de estas en la construcción de los bienes inmuebles en general.

- Federal
 - Ley general para la inclusión de las personas con discapacidad.
 - Reglamento para la protección de ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.
 - Ley Federal de responsabilidad ambiental y su reglamento.
 - Normas técnicas complementarias.

- Estatal
 - Ley para la inclusión de las personas con discapacidad en el estado de Michoacán de Ocampo.
 - Ley para personas con discapacidad en el estado de Michoacán de Ocampo.
 - Ley de Desarrollo Urbano en el estado de Michoacán de Ocampo y su Reglamento
 - Programa Estatal de Desarrollo Urbano

- Municipal
 - Reglamento de construcción del municipio de Morelia.
 - Reglamento de construcción para el Distrito Federal (complementario).⁷⁹

2.1.10.- Guías Técnicas de Construcción de Unidades Médicas, administrativas y Sociales del IMSS

Establece en general, la normatividad que rige a la hora de construir, ya que en muchos de los casos los planos de construcción tienen indicaciones diferentes a los de las guías técnicas. Las indicaciones que vienen en este ordenamiento deben cumplirse al pie de la letra, por lo que su consulta es indispensable a la hora de construir inmuebles para el IMSS.⁸⁰

⁷⁹ Ídem.

⁸⁰ Ídem.

Capítulo 3 Desarrollo del tema

3.1.- Origen de la problemática.

Diversos estudios realizados al HGR No.1 de Morelia, Michoacán, y al subsuelo del predio en que se encuentra ubicado, confirmaron que el inmueble había sido edificado entre los años de 1973 y 1974, sobre una falla geológica que con el paso de los años fue deteriorando su infraestructura, hasta representar un alto riesgo. Situación que obligó al desalojo y reubicación de los servicios que prestaba el hospital.⁸¹

En el estudio de mecánica de suelos de los 60's y 70's, para la construcción del HGR no. 1, no se identificó ningún tipo de falla geológica, fue hasta 1985 con los sismos del 19 de septiembre, cuando se reportaron daños en el hospital, en la esquina noreste del edificio de consulta externa como asentamientos del piso de la planta baja y la banqueta perimetral, así como agrietamientos en algunas traveses y muros.⁸²

Se consideró que los daños pudieran deberse a asentamientos de los rellenos por saturación por fugas de agua en los drenajes y/o infiltraciones de agua pluvial o de riego de jardines; por lo que se recomendaron nivelaciones periódicas de referencias en columnas, pisos, banqueta perimetral y rampa para monitorear los movimientos. En los años posteriores no se reportaron daños.⁸³

La residencia manifestó que se venían presentando daños en forma gradual y que se acentuaron con los sismos de septiembre de 1985. En 1995, con el sismo de Manzanillo, Colima, se manifestaron daños en el edificio de consulta externa, observándose de nuevo deformaciones en estructura y pisos, agrietamientos en muros y faldones en el área de consultorios, que es la misma que se reportó dañada 1985.⁸⁴

El 27 de noviembre de 1997, Protección Civil de Michoacán manifestó que por la existencia de una falla geológica que atravesaba el HGR no.1, recomendaba contemplar la reubicación de los inmuebles del conjunto, así mismo el jefe del departamento de Geología de la Universidad Michoacana expuso la existencia de varias fallas geológicas en la ciudad de Morelia y una de ellas atravesaba el hospital.⁸⁵

En 1999, la fundación Javier Barrios Sierra, una asociación de carácter científico y tecnológico, dictamina que los daños en el hospital habían tenido tal magnitud, que

⁸¹ Ídem.

⁸² Ídem.

⁸³ Ídem.

⁸⁴ Ídem.

⁸⁵ Ídem.

en algunos casos las reparaciones no eran suficientes para garantizar la seguridad de las estructuras.⁸⁶

En el año 2009, la empresa Ingenieros Especialistas en Cimentaciones SC, presenta varias conclusiones previa la realización de varios estudios. Entre los puntos más relevantes está el desplome de la torre de hospitalización, la cual presentaba 32 cm. de desplome y de acuerdo a la tendencia el tiempo máximo estimado en el que la inclinación del edificio alcanzaría el límite visual permisible sería de 2.86 años.⁸⁷

Otra de las conclusiones es que bajo condiciones estáticas, la torre de hospitalización es estable, sin embargo y como se ha analizado en el dictamen estructural, bajo efectos de sismo, esta estructura puede colapsar. Lo anterior lleva a establecer que el problema seguirá presentándose y se hará más evidente en las edificaciones que están directamente sobre la falla geológica.⁸⁸

El pronóstico era de riesgo extremo, la falla sobre la cual se construyó el HGR No. 1 de Morelia, resultó ser un obstáculo insuperable e inevitable y las acciones realizadas por el IMSS mediante la realización de estudios exhaustivos desde hace más de 20 años para evitar una situación catastrófica resultaron insuficientes, se dictaminó desalojar las instalaciones y demoler algunas edificaciones.⁸⁹

Al no contar con la infraestructura necesaria para la reubicación del hospital dañado, se da a conocer el "Plan preventivo para la reubicación de los servicios del HGR No.1 en Morelia, Michoacán". En este se expresó la conveniencia de desalojar el inmueble, y reubicar todos los servicios, a fin de que una vez desalojada y liberada la torre fuera demolida con el procedimiento adecuado, en el momento apropiado.⁹⁰

Se señaló que la ciudad de Morelia, es una urbe plana sin edificios altos que permitieran alternativas en renta en edificios de medicina privada, por lo cual la posibilidad de renta es escasa, también se expresó que se analizó la posibilidad de arrendar o adquirir diferentes construcciones hospitalarias (ver tabla no. 2).⁹¹

Tabla no. 2.- Opciones de arrendamiento o adquisición de hospitales existentes.

Hospital	Dirección	Situación	Observaciones
Clínica de Fátima	Ana María Gallaga 940, Colonia Centro	En venta 7,500,000.00 dls (más impuestos)	- Carece de elementos estructurales.
Notre Dame	Blvd. Sansón Flores 385, Fracc. Camelinas	En renta \$1,000,000.00 (mensuales)	- 1, 150 m2 de superficie útil. - No tiene escaleras de emergencia. - \$15, 000, 000.00 para acondicionarlo.

⁸⁶ Ídem.

⁸⁷ Ídem.

⁸⁸ Ídem.

⁸⁹ Ídem.

⁹⁰ Ídem.

⁹¹ Ídem.

Nuestra Señora de la Salud	Zaragoza 276, Colonia Centro	En renta \$5,778,000.00 (mensuales)	- Capacidad de 40 camas.
----------------------------	------------------------------	--	--------------------------

Fuente: *Libro blanco Hospital General Regional de 250 camas, en el municipio de Charo, Michoacán*, consultado el 27 de marzo de 2018,
<<http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf>>

Ninguna de las opciones resultó viable, ya que se tendrían que adaptar los servicios a edificaciones existentes y usadas, además que el IMSS tendría que erogar varios gastos para adecuar los inmuebles de acuerdo a la normatividad institucional, además de que los costos por renta o venta eran muy elevados.

3.2.- Solución a la problemática.

Tras el análisis de varias propuestas, en 2010 se determinó que la opción más viable técnica y económicamente para la reubicación de la totalidad de los servicios que prestaba el HGR No.1, era la remodelación y adecuación del edificio del CSS, localizado fuera del CMA, anexo a la UMF No. 75 y a la UMAA, lo cual permitiría prestar los servicios temporalmente, en tanto se construía el nuevo HGR de 250 camas.⁹²

3.3.- Contratación por adjudicación directa para la construcción de obras provisionales.

Después de analizar a varias empresas, la seleccionada fue “Ingeniería y Control de Proyectos, S.A. de C.V.”, por contar con los recursos técnicos y financieros necesarios para la ejecución de los trabajos y asegurar las mejores condiciones de contratación. Los trabajos asignados fueron los siguientes:⁹³

1. Construcción de obras temporales en el CSS, el área de oficinas administrativas delegacionales y la UMAA, de acuerdo con el proyecto ejecutivo y especificaciones particulares que se le entregaron a la constructora.
2. Desmontaje y montaje de equipo de instalación permanente para su reubicación y montaje, instalación, pruebas y puesta en operación en el CSS, el área de oficinas administrativas delegacionales y/o en la UMAA.
3. Suministro, montaje, instalación, pruebas y puesta en operación en el CSS y/o en la UMAA, de equipo nuevo de instalación permanente.
4. Traslado de instrumentos, equipos y mobiliario al CSS, oficinas administrativas delegacionales y UMAA, para desalojar la torre de hospitalización y el edificio de

⁹² Ídem.

⁹³ Ídem.

consulta externa de especialidades del HGR No.1 de Morelia y de esta manera eliminar el riesgo de pérdida de vidas humanas y reubicar con rapidez los servicios médicos que se brindaban en las instalaciones dañadas.⁹⁴

3.4.- Construcción de obras provisionales.

El 17 de mayo de 2010 el IMSS suscribió un contrato marco con la empresa Ingeniería y Control de Proyectos S.A. de C.V., por un importe total de \$191,687,968.84 más IVA, para la ejecución de los trabajos relacionados a la construcción de obras provisionales para la reubicación temporal de los servicios médicos del HGR no. 1.⁹⁵

El plazo pactado para la ejecución de los trabajos, fue de 153 días naturales, iniciando el 17 de mayo y terminando el 16 de octubre de 2010. La construcción de las obras provisionales consistieron básicamente en:

- La reubicación del servicio de pediatría, a oficinas administrativas de la delegación, previa adecuación del área.
- La interconexión del edificio de ginecología con el área de pediatría.
- La reubicación de los servicios de Medicina Interna, Cirugía General y Traumatología al CSS.
- Trabajos inmediatos de demolición, despalme, relleno, compactación, nivelación y colado del firme.
- Adecuación del sitio para la instalación de 5 unidades móviles en el CSS.⁹⁶

Estas obras provisionales surgen para atender y dar continuidad de los servicios médicos y salvaguardar la integridad de los derechohabientes del HGR No 1 y de los trabajadores que laboraban en él, dichas instalaciones no podrían funcionar de manera permanente, al no cumplir con las normas oficiales mexicanas (NOM), por lo que era de vital importancia erigir un nuevo centro hospitalario que remplazara el HGR No.1.⁹⁷

3.5.- Desalojo de instalaciones del HGR No.1

Fue necesario desarrollar diversas acciones paralelas, que permitieran asegurar la continuidad en la prestación de los servicios médicos, sin poner en riesgo la

⁹⁴ Ídem.

⁹⁵ Ídem.

⁹⁶ Ídem.

⁹⁷ Ídem.

integridad física de los derechohabientes, sus familiares, trabajadores y autoridades del Instituto.⁹⁸

El 25 de febrero de 2010, se presenta el "Plan preventivo para la reubicación de los servicios del HGR No.1 en Morelia, Michoacán". Para efectuar el desalojo de las instalaciones y la reubicación de los servicios médicos en el menor tiempo posible, se elaboró un Programa Maestro de actividades, que incluía las siguientes acciones:

• Primera etapa:

- Suspensión de actividades en el CSS.
- Reubicación del mobiliario y equipo del CSS a una carpa ubicada en las canchas del CSS. (helipuerto).
- Reubicación de los servicios de oficinas administrativas delegacionales al Centro de Investigaciones Biomédicas.
- Reubicación del servicio de Pediatría a oficinas administrativas de la Delegación, previa adecuación del área.
- Interconexión del edificio de ginecología con pediatría.
- Reubicación de los servicios de Medicina Interna, Cirugía General y Traumatología al CSS.
- Adecuación del sitio para la instalación de 5 unidades móviles en CSS.
- Apoyo con los laboratorios de las UMF No 75 y No. 80 de Morelia, Mich.
- Apoyo con los tomógrafos ubicados en Lázaro Cárdenas y Uruapan, Mich.
- Servicios a Subrogar (durante el tiempo de transición).
- Banco de sangre, imagenología, nutrición y dietética, laboratorio, lavandería, planta de emergencia.

⁹⁸ Ídem.

• Segunda etapa:

- Construcción temporal en las canchas para el servicio del CSS.
- Demolición de la torre de hospitalización.

• Tercera etapa:

- Adecuación de canchas deportivas en el espacio que ocupa la torre de hospitalización y consulta externa.
- Basándose en la planificación desarrollada, se iniciaron las siguientes acciones sustantivas:
 1. La emisión, revisión y validación del Anteproyecto Médico Arquitectónico (AMA) para la solución temporal en el CSS.
 2. La emisión de los dictámenes para contratación y presentación para aprobación ante el Comité Institucional de Obras Públicas.
 3. La contratación de estudios de mecánica de suelos y estructurales.
 4. La contratación de Gerencia de Proyecto, Proyecto Ejecutivo y Obra.
 5. La contratación de la Ejecución de la Obra, desmontaje, traslado y reinstalación del mobiliario y equipo.
 6. La contratación de la Supervisión de la Obra.
 7. La especificación de los equipos médicos requeridos.⁹⁹

3.6.- Reubicación de servicios

Una vez realizadas las modificaciones al CSS, se ubicaron en él 165 camas censables, en donde se instalaron las divisiones de cirugía y medicina interna. Asimismo, la división de ginecología se reubicó dentro de las instalaciones del CMA; mientras que el área de pediatría fue ubicada en un edificio de la sede delegacional, cuyas instalaciones fueron remodeladas.¹⁰⁰

No obstante las medidas implementadas, se confirmó la necesidad de contar a la brevedad con un hospital general regional que sustituyera al menos en igualdad de condiciones al HGR No.1 de Morelia que contaba con todos los servicios

⁹⁹ Ídem.

¹⁰⁰ Ídem.

(hospitalización, pediatría, gineco-obstetricia, urgencias, laboratorio, consulta médica de especialidades, rehabilitación) y reubicar de forma definitiva los servicios médicos.¹⁰¹

3.7.- Puesta en operación

El 09 de julio de 2010, al concluir la ejecución de los trabajos de construcción en las áreas de Gineco-Obstetricia-Pediatría, se efectuó la primer reubicación de pacientes, con el traslado de los niños que ocupaban el 8vo. Piso del HGR No. 1, a las nuevas instalaciones de carácter provisional.¹⁰²

Posteriormente, el 18 de septiembre de 2010, se realizó el traslado de pacientes de otras especialidades del HGR No.1, a las instalaciones del hospital provisional, con lo que la cifra total de pacientes trasladados en ambos movimientos fue 104, entrando en operación dichas instalaciones a partir de esa fecha.¹⁰³

¹⁰¹ Ídem.

¹⁰² Ídem.

¹⁰³ Ídem.

Capítulo 4

Síntesis ejecutiva del proyecto

4.1.- Contexto

La presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los procesos en los que fui partícipe ejerciendo mi profesión como arquitecto, en la obra denominada “Hospital General Regional de 250 camas, en Charo, Michoacán”. Es necesario dar a conocer el contexto y la organización de las distintas partes que intervienen en el proyecto, específicamente en la construcción del hospital.

Existen en campo varias entidades que colaboran al desarrollo del proyecto, a continuación se mencionan las principales: la residencia del IMSS, la gerencia de proyecto, la supervisión externa, la contratista y la proyectista de la obra. Partiremos de lo general a lo particular para dar a conocer el rol que desarrolla cada ente dentro del proceso constructivo y la función que desempeña.

Por parte del cliente como representante del instituto en la construcción del hospital, se encuentra la residencia de obra del IMSS, quien es el encargado de supervisar que los trabajos se ejecuten conforme a proyecto, apegados a la normatividad institucional principalmente y además exigir calidad tanto en materiales como en mano de obra, siendo la máxima autoridad dentro de la obra.

La plantilla técnica en campo de la residencia de obra del IMSS se conforma por el superintendente de obra civil y dos superintendentes de instalaciones. Debido a la complejidad y magnitud de la obra es necesario apoyarse en la supervisión externa y la gerencia de proyecto. Su desempeño es tanto en campo como en gabinete.

La supervisión externa es la encargada de la revisión y control de la construcción del hospital, entre sus labores se encuentra la de supervisar la correcta ejecución de los trabajos desarrollados por la constructora y supervisar la calidad y control de la obra. Su labor es principalmente en campo.

Se denomina “Consultores de la obra pública S. C.”, integrados por un superintendente de obra, un estructurista, dos residentes de obra civil, un residente de obra exterior, un residente de instalaciones hidrosanitarias, un residente de aire acondicionado, un residente de instalaciones eléctricas, un residente de control y calidad de obra y un laboratorista, además de un auxiliar por cada residente.

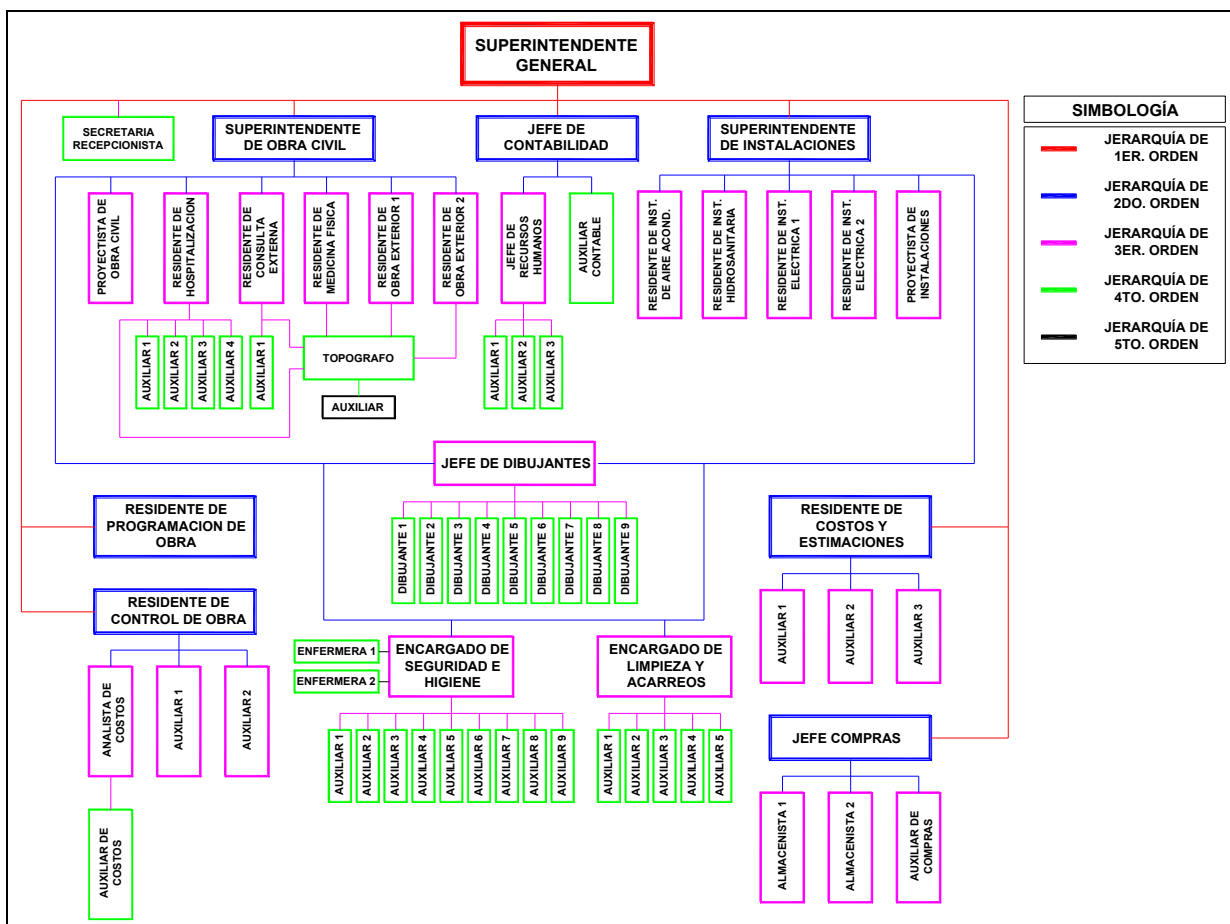
La gerencia de proyecto se encarga de coordinar y supervisar los trabajos de planeación y coordinación del proyecto integral para la construcción del hospital, entre sus actividades está la de supervisar que las especificaciones de los materiales cumplan con la normatividad, supervisar los aspectos técnicos de la obra, además de prevenir y corregir incongruencias de proyecto. Su labor es principalmente de gabinete.

Se denomina “Inmobiliaria y constructora GALVA S. A. de C. V.”, su plantilla técnica consta de un superintendente técnico administrativo, dos supervisores de proyecto de obra civil, un supervisor de proyecto de estructuras, un supervisor de estimaciones, un supervisor de control y calidad de obra y una recepcionista o secretaria.

La proyectista es la encargada de la elaboración del anteproyecto médico arquitectónico, su función es realizar los planos ejecutivos del proyecto principalmente, así como la solución de detalles constructivos imprevistos. Su labor es en su mayoría es de gabinete. Se denomina “ARQUINTEG, S.A. de C.V.” y su plantilla técnica en obra se consta de un proyectista de obra civil y un proyectista de instalaciones.

La contratista es la encargada del desarrollo del proyecto integral para la construcción del hospital, su principal función es de ejecutar correctamente los trabajos descritos en el proyecto, además de suministrar el material de obra, así como financiar los recursos económicos y materiales a lo largo del desarrollo de la obra. La plantilla técnica administrativa en obra es la siguiente:

Imagen no. 12.- Organigrama de la constructora.



Fuente: Elaboración propia.

La contratista es la constructora “Promotora y Desarrolladora Mexicana S.A. de C.V.”¹⁰⁴. Además del personal técnico, tiene a su mando varios destajistas que se encargan de ejecutar los diferentes trabajos de obra civil, obra exterior e instalaciones.

Además cuenta con los servicios de seguridad privada, también de un laboratorio en campo que encargado de realizar diversas pruebas como resistencia del concreto, compactación de terracerías, pruebas de soldadura, resistencia al fuego de pintura retardante, entre las más importantes. La constructora es la responsable de la ejecución de los trabajos correspondientes a la construcción del hospital.

Inicialmente mi labor fue la de auxiliar de obra en el edificio de medicina física que conforma el HGR de 250 camas y al final mi trabajo es como residente de obra civil de dicho edificio. El deber principal de un residente de obra civil, consiste en supervisar la correcta ejecución de los trabajos que intervienen en el proceso constructivo, desde la cimentación hasta los acabados finales.

Las funciones adicionales a realizar aparte de residente de obra, son como auxiliar de obra del edificio de hospitalización y encargado del diseño de fachadas del hospital, a base de cantera rosa laminada debido a inconsistencias de proyecto y a falta de actualización de planos, así como supervisión del suministro y colocación de muros prefabricados en distintas zonas del hospital.

4.2.- Construcción del HGR de 250 camas en el Municipio de Charo, Michoacán.

4.2.1.- Antecedentes

Cabe destacar que en un principio, el sitio designado para construir el nuevo HGR de 250 camas, fue el Municipio de Tacúcuaro, Michoacán, pero posteriormente fue objeto de reconsideración la construcción en ese lugar, debido a que el predio presentaba los siguientes riesgos y desventajas:¹⁰⁵

- El predio no contaba con todos los servicios municipales.
- No se tenía conocimiento de que el municipio tuviera intenciones de proveer los servicios necesarios para erigir el nuevo nosocomio.
- El predio tenía una pendiente prolongada lo que provocaba un desnivel en el mismo.

¹⁰⁴ A partir de aquí PRODEMEX.

¹⁰⁵ <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf> consultado el 26 de marzo de 2018.

- La construcción del estacionamiento del hospital en esa localidad de acuerdo con los lineamientos del Reglamento de Construcción de Michoacán requería un cajón por cada 15 metros cuadrados de construcción, lo que resultaba un costo muy elevado en Tacúcuaro.¹⁰⁶

Ante esta situación, se solicitó evaluar el predio ubicado en Avenida Tres Marías, en Ciudad Tres Marías, Charo, Michoacán, situado en el km 15 de la carretera Morelia - Jiquilpan, tramo Morelia - Quiroga, por reunir las características necesarias para iniciar el proyecto y presentar ventajas en relación al sitio inicialmente definido para construir el nuevo hospital, entre las que se citan las siguientes:

- El predio en donación tenía una superficie de 60,710 metros cuadrados, con una pendiente de 6.97% de desnivel, a una distancia de 16 kilómetros del centro de la Ciudad de Morelia, con un tiempo de traslado de 20 minutos, en un plan de desarrollo que contemplaba infraestructura hospitalaria, comercial y habitacional.
- El predio no era ejidal o comunal, ni intestado, no clasificado por el INAH, clasificado como terreno de uso mixto en el programa de desarrollo urbano, no inundable, ni ubicado sobre rellenos que contengan desechos sanitarios, industriales o químicos.
- El predio contaba con una toma de agua potable.
- El terreno podía ser dotado de infraestructura de servicios sin ningún problema. (guarniciones, banquetas, pavimentación, drenaje, alcantarillado, telefonía).
- El grupo Tres Marías conjuntamente con Comisión Federal de Electricidad, construiría la subestación eléctrica con capacidad de 10 MVA, con posibilidad de crecimiento a 20 MVA, ejecutándose las obras respectivas de electrificación.
- El predio no se encontraba ubicado en áreas con peligro de desbordamiento de ríos o áreas reservadas para recarga de acuíferos.
- El predio no tiene registro de fallas geológicas o activas.
- Su ubicación: a una distancia mayor de 1,500 m, del lindero más cercano a rastros, pesquerías, depósitos de basura y/o plantas de tratamiento de basura o aguas residuales.¹⁰⁷

Bajo estas circunstancias, se optó por reubicar el HGR No.1 en el Municipio de Charo, Michoacán, debido a que ese lugar reunía las condiciones idóneas para su construcción.

¹⁰⁶ Ídem.

¹⁰⁷ Ídem.

Para llevar a cabo la construcción del nuevo hospital se realizaron varios estudios sobre la zona y el terreno para saber las características del lugar. Es importante que el predio para la reubicación del nuevo hospital no presente las mismas fallas que el anterior. Básicamente saber si el terreno se encuentra sobre una falla sísmica o no, razón principal por la cual se reubica el nosocomio.

4.2.2.- Estudio de mecánica de suelos

La Mecánica de Suelos es la disciplina que se ocupa de la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas geotécnicos del terreno, estudia las propiedades, el comportamiento y la utilización del suelo como material estructural, de tal manera que las deformaciones y resistencia de este ofrezcan seguridad, durabilidad y estabilidad a las estructuras.¹⁰⁸

Es un análisis que nos ayuda a conocer el tipo de material del que está compuesto el terreno donde pensamos ejecutar la obra, dentro de estos materiales podemos encontrar distintos tipos de arenas, arcillas y rocas. En base a este estudio puede calcularse y diseñar la cimentación y estructura adecuada para el proyecto.¹⁰⁹

Es el encargado de estudiar las fuerzas o cargas en la superficie terrestre y el comportamiento de las mismas para determinar el material aplicado y el suelo utilizado en el relleno, siendo obligatoriamente uno de los pasos preliminares, antes de levantar cualquier edificación, conocer las propiedades del suelo y como se pueden utilizar del modo más satisfactorio y económico, en función de la obra proyectada.¹¹⁰

El proceso consiste en tomar muestras del suelo del terreno siendo analizadas en un laboratorio para descubrir los componentes exactos, con los datos arrojados por el estudio podremos saber cuál es la capacidad de carga que tiene el suelo, así como las precauciones que deben tomarse en el cálculo y diseño estructural de la obra.¹¹¹

Estudia la firmeza del suelo, su deformación y el flujo de agua hacia su interior y exterior a través de su masa, tomando en cuenta que resulte económicamente factible usarlo como material de construcción.¹¹²

La importancia radica en que si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales no tomados en

¹⁰⁸ <https://www.arcus-global.com/wp/mecanica-de-suelos-que-es-y-como-funciona/>, consultado el de Julio de 2020.

¹⁰⁹ Ídem.

¹¹⁰ Ídem.

¹¹¹ Ídem.

¹¹² Ídem.

consideración en el diseño, produciendo deformaciones, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir el colapso de la obra o su inutilización y abandono.¹¹³

La empresa “Ingenieros especialistas en cimentaciones, S. C.”, fue la encargada de efectuar dicho estudio, el cual contiene la información siguiente:

- Capacidad de carga de las pilas
- Revisión de asentamientos en las pilas
- Capacidad de carga a la tensión
- Capacidad de carga de las zapatas aisladas y corridas
- Empujes en muro de contención
- Registro de cálculo de la permeabilidad
- Pozo de absorción

Donde se recomiendan las características con las que deberán contar dichos elementos, entre ellas la sección y la resistencia de los materiales. Resumiendo a groso modo los valores del estudio tenemos los siguientes datos:

- Angulo de rozamiento interno o ángulo de fricción (ϕ) = 20 grados
- Peso específico del suelo (γ) = 1.70 ton/m³
- Cohesión del suelo (c) = 3.80 ton/m²
- Carga admisible del terreno (q_{adm}) = 32.90 ton/m²
- Carga ultima del terreno (q_{ult}) = 98.705 ton/m²
- Factor de seguridad (FS) = 3

Cabe mencionar que dicho estudio es demasiado extenso, ya que abarca todos los tipos de cimentaciones que intervienen en el proyecto como las zapatas corridas, zapatas aisladas, pilas, muros de contención, y sus diferentes secciones así como la profundidad de desplante que depende de las características de cada elemento, por lo que dichas recomendaciones serán tomadas en cuenta por el encargado estructurista.

¹¹³ Ídem.

4.2.3.- Estudio de respuesta sísmica del terreno.

Se le solicitó a la misma empresa analizar la respuesta sísmica del terreno con objeto de determinar los espectros de respuesta del sitio y el espectro de diseño recomendado para la revisión sísmica de la estructura proyectada. Con ello, se busca definir con detalle el nivel de aceleración espectral a que estará expuesto el inmueble ante la ocurrencia de sismos severos.¹¹⁴

El estudio permite definir a detalle la forma del espectro de diseño y optimizar el valor del coeficiente sísmico sin poner en riesgo la seguridad de la estructura proyectada. Que de acuerdo con los resultados de los ensayos geofísicos se localiza entre los 45.0 y 50.0 m de profundidad. Bajo este escenario, el depósito de suelo queda idealizado como un depósito estratificado que descansa sobre una base rígida.¹¹⁵

4.2.3.1.- Temblores que afectan a la zona.

La sismicidad observada en el territorio mexicano, principalmente a lo largo de la costa del Pacífico, desde Jalisco hasta Chiapas, es una de las más altas del mundo. En esta región, los temblores se producen por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamericana.¹¹⁶

Al igual que en otras partes del mundo el proceso de ocurrencia de temblores mexicanos de subducción está constituido por periodos de acumulación de energía que culmina con la generación de un temblor cuando se sobrepasa la resistencia de las rocas.¹¹⁷ Para tener una idea de las zonas afectadas por los diferentes tipos de temblores que afectan nuestro país se recomienda ver la imagen no. 13.

En la brecha de Michoacán se generaron los sismos del 25 de octubre de 1981 ($M_s=7.3$), 19 de septiembre de 1985 ($M_s=8.1$) y 30 de abril de 1986 ($M_s=7.0$). Esta región, en particular, produce pocos sismos pequeños y puede dar lugar a sismos de gran tamaño. Al igual que la brecha de Jalisco, esta brecha puede adquirir el potencial sísmico más elevado de la zona de subducción mexicana y los tiempos de recurrencia más largos (70 años, aproximadamente).¹¹⁸

Además se ha estimado que esta región puede producir un sismo con $M_s=8.2$, o bien, dos a cuatro con $M_s=7.9$.¹¹⁹

¹¹⁴ Ingenieros especialistas en cimentaciones S.C., Respuesta sísmica del terreno para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán, México, D. F., 2010, p. 4.

¹¹⁵ *Ibidem*, p. 10.

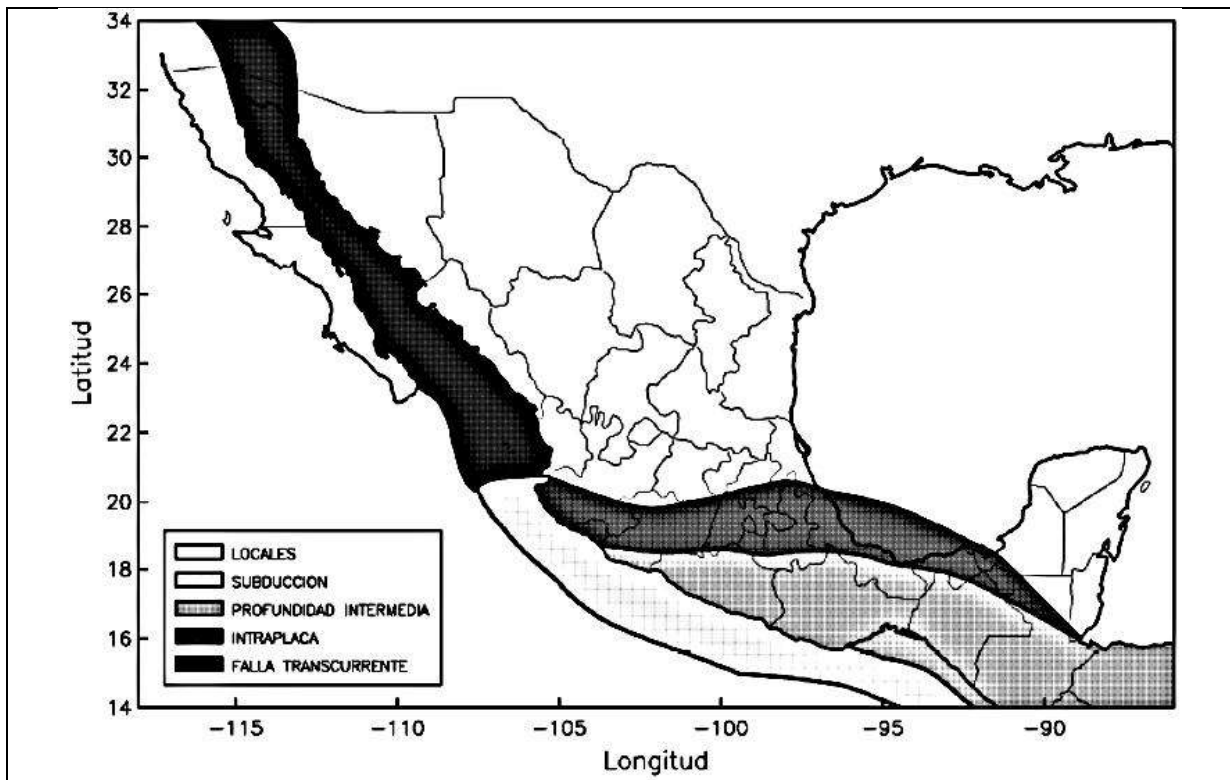
¹¹⁶ *Ibidem*, p. 13.

¹¹⁷ *Ídem*.

¹¹⁸ *Ídem*.

¹¹⁹ *Ídem*.

Imagen no. 13.- Tipos de temblores que afectan a la República Mexicana.



Fuente: Respuesta sísmica del terreno para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 41

Bajo este esquema resulta adecuado tomar acelerogramas representativos del movimiento en el basamento del depósito, para cuantificar la respuesta dinámica en la superficie. En este sentido los registros acelerométricos pueden ser de tres tipos: ¹²⁰

- Tomados de mediciones directas ante la ocurrencia de un temblor.
- Generados a partir de la aplicación de funciones de Green y modelos de fuente, representativos de eventos sísmicos de una magnitud y distancia epicentral específica.
- Generados a partir del peligro sísmico esperado en un periodo de retorno o tiempo de exposición específico.¹²¹

El último tipo se refiere a la construcción de acelerogramas sintéticos que reflejen la totalidad del peligro sísmico que enfrentarían estructuras desplantadas en un sitio de interés.¹²²

¹²⁰ Ibídem, p. 15.

¹²¹ Ídem.

¹²² Ídem.

En la determinación del peligro, se toman todas las fuentes sísmicas potenciales que puedan tener impacto. Es decir, se generan temblores cubriendo todas las magnitudes y distancias epicentrales posibles entre el sitio estudiado y las fuentes potenciales. En este ejercicio se lleva cuenta de las frecuencias con que ocurre cada temblor generado y se asocia con los niveles de intensidad sísmica producida, por ejemplo, aceleración máxima del terreno.¹²³

El inverso de las frecuencias acumuladas son los periodos con los que se espera que se excedan ciertos valores de las intensidades sísmicas estudiadas. En esta forma de proceder, se incluyen, desde luego, los sismos más desfavorables.¹²⁴

4.2.3.2.- Conclusiones y recomendaciones.

Con base en los resultados de los trabajos de campo ejecutados y el análisis de la respuesta sísmica del terreno, se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Mediante los ensayos geosísmicos de Down Hole realizado en sitio, se determinó que los materiales presentan velocidades de propagación de ondas de cortante se ubican entre 89.1 y 370.4 m/s.¹²⁵
- Con el perfil estratigráfico del sondeo geotécnico SM-1 y los resultados de los ensayos geosísmicos practicados en campo, se construyeron los modelos geodinámicos representativos del terreno para determinar las funciones de transferencia del depósito de suelo considerando el comportamiento lineal y no lineal de los materiales.¹²⁶
- Se hizo uso del programa de cómputo PRODISIS (Programa de Diseño Sísmico) para determinar espectros de peligro uniforme. En esta forma de proceder se toman en cuenta apropiadamente las contribuciones de todas las fuentes sísmicas potencialmente dañinas para el sitio en cuestión.¹²⁷
- Con base en simulaciones de sismos sintéticos para roca, compatibles con el espectro de respuesta elástica para 5.0 % de amortiguamiento (especificado con el programa PSM), se determinó la respuesta sísmica del terreno haciendo uso de un modelo unidimensional de propagación de ondas excitado en su base.¹²⁸

¹²³ Ídem.

¹²⁴ Ídem.

¹²⁵ Ibídem, p. 28.

¹²⁶ Ibídem, p.29.

¹²⁷ Ídem.

¹²⁸ Ídem.

- Se han determinado espectros de diseño para diferentes niveles de ductilidad y 5.0 % de amortiguamiento estructural. Son envolventes suavizadas de valores medios de los espectros de respuesta en la superficie del depósito de suelo.¹²⁹
- Se incluyen además las formas funcionales de los espectros de diseño recomendados, junto con los valores de los parámetros que los definen, de donde es posible determinar las ordenadas espectrales para cualquier otra ductilidad en el intervalo $Q=1-4$ y cualquier otro amortiguamiento en el intervalo cercano a 5.0 %, $\zeta=3.0-10.0$ %. Estos espectros de diseño se obtuvieron considerando el comportamiento lineal y no lineal de los materiales del suelo.¹³⁰
- Se han detallado recomendaciones para determinar los factores de reducción asociados al amortiguamiento, ductilidad y sobrerresistencia estructurales.¹³¹
- Se propone que el espectro de diseño sísmico aplicable a la revisión dinámica de la estructura proyectada, se debe construir con base en lo siguiente:¹³²
 - Peligro sísmico uniforme del que se obtiene el espectro de respuesta en terreno firme.
 - Función de transferencia del depósito obtenida del modelo lineal del suelo.
 - Factor de reducción por sobrerresistencia $R=2$, para edificaciones.
 - Reducciones en función de la determinación de Q' .¹³³
- El espectro de diseño sísmico sugerido para la revisión dinámica de edificaciones convencionales, considerando sólo la reducción en las ordenadas espectrales por efecto de sobrerresistencia $R=2$, presenta los siguientes parámetros para construcciones pertenecientes al Grupo B.¹³⁴

○ Coeficiente sísmico, c	0.40
○ Ordenada espectral para $T = 0$, a_0	0.13
○ Periodo característico, T_a	0.30 s
○ Periodo característico, T_b	0.70 s
○ Periodo característico, T_c	2.50 s
○ Exponente, r	1.00
○ Exponente, r'	1.50
○ Parámetro, k	0.40 ¹³⁵

¹²⁹ Ídem.

¹³⁰ Ídem.

¹³¹ Ídem.

¹³² Ídem.

¹³³ Ibídem, p. 30.

¹³⁴ Ídem.

¹³⁵ Ídem.

- Las ordenadas del espectro de diseño, que considera ya el factor de sobrerresistencia, se podrán modificar por efectos de amortiguamiento estructural distinto del 5.0 % y se admitirán reducciones al incluir el factor de comportamiento sísmico estructural dependiente del periodo fundamental de vibración de la estructura proyectada.¹³⁶
- En el cuerpo del informe se presentan espectros de diseño con comportamiento no lineal estructural de cuatro ramas, con factores de comportamiento sísmico $Q=1.5, 2.0$ y 3.0 .¹³⁷
- Los espectros de diseño obtenidos son aplicables a construcciones pertenecientes al Grupo B. Para las del Grupo A se deberán incrementar las ordenadas espectrales un 50%.¹³⁸
- El criterio final sobre el espectro de diseño para la revisión dinámica de la estructura proyectada, queda a juicio de la empresa encargada del diseño estructural y de la aprobación del corresponsable en seguridad estructural.¹³⁹

4.2.4.- Estudio geológico.

El sitio se ubica al oriente de la ciudad de Morelia, en la parte extrema del fraccionamiento Tres Marías y dentro del municipio de Charo; el predio se localiza al pie del Cerro del Coronel, sobre una loma de suave pendiente que desciende hacia el norte, tal como se muestra en la imagen 14.¹⁴⁰

El estudio tuvo como objetivo en determinar las condiciones geológicas del predio donde se construirá el Hospital, en relación a los materiales que se presentan en el sitio y la existencia de fallas geológicas. El trabajo se inició con una recopilación y análisis de la información geológica y cartográfica existente, que permitió conocer la estratigrafía y tectónica regional.¹⁴¹

Posteriormente, se llevó a cabo un reconocimiento de campo que cubrió el predio y sus alrededores, y que permitió identificar los tipos y características de los diversos materiales, así como definir la existencia de fallas geológicas que pudieran afectar al comportamiento futuro del Hospital.¹⁴²

¹³⁶ Ídem.

¹³⁷ Ídem.

¹³⁸ Ídem.

¹³⁹ *Ibidem*, p. 31.

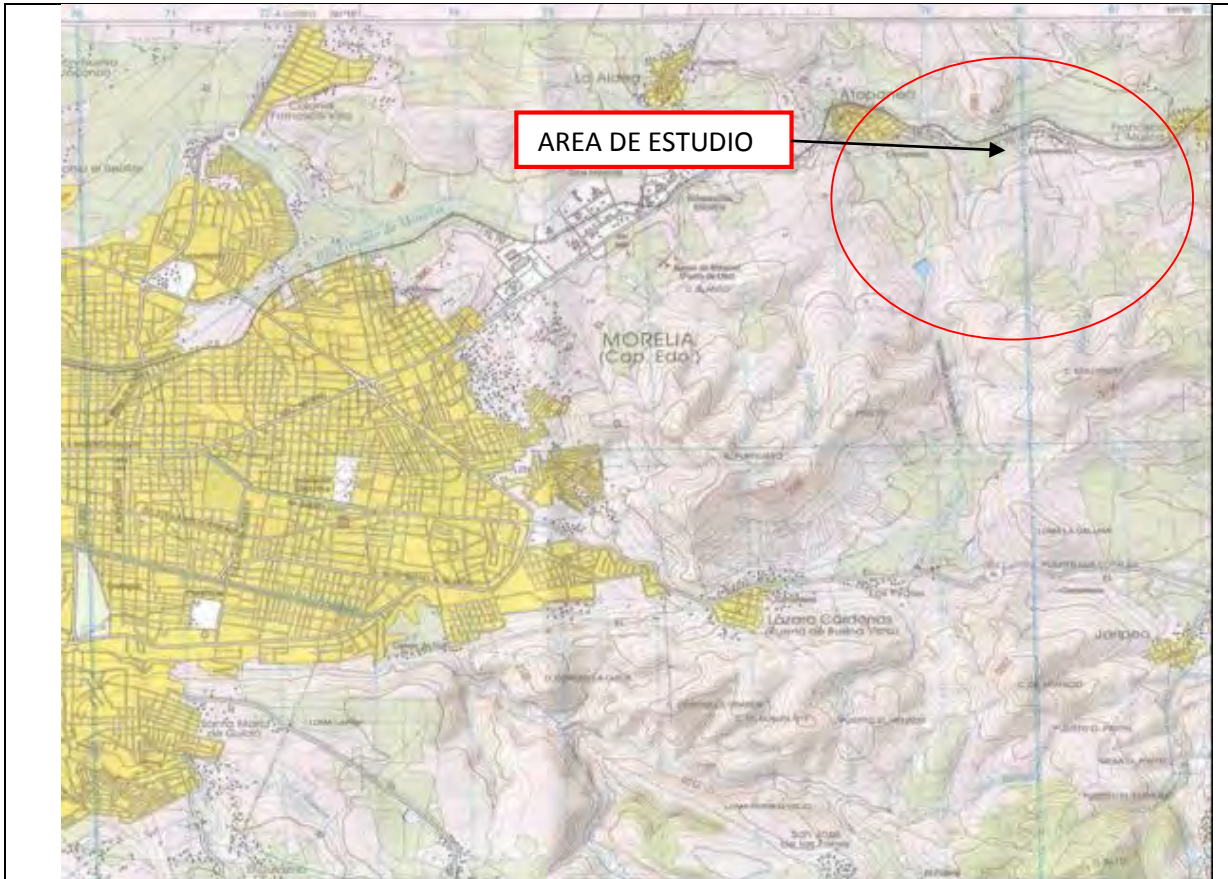
¹⁴⁰ Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 4.

¹⁴¹ *Ibidem*, p. 5.

¹⁴² Ídem.

Por último se describen las características de cada una de las unidades litológicas que afloran en la zona de estudio y la presencia de estructuras geológicas regionales.¹⁴³

Imagen no. 14.- Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 4

4.2.4.1.- Geología regional

En este capítulo se presenta en primer término una breve descripción del marco geológico regional donde se encuentra la zona de estudio, la cual se ubica en el extremo centro-sur de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico, conformada por numerosos aparatos volcánicos con sus respectivas lavas, brechas y cenizas, de composición andesítica - basáltica y riolítica, y cubiertos por sedimentos lacustres recientes.¹⁴⁴

¹⁴³ Ídem.

¹⁴⁴ Ibídem, p. 6.

4.2.4.2.- Estratigrafía regional

Para ilustrar la estratigrafía de la región de Morelia se incluye el mapa geológico elaborado por el Instituto de Geología de la UNAM (imagen 15), en donde se presenta la cartografía de la distribución superficial de las diversas formaciones geológicas y de las estructuras geológicas como aparatos volcánicos, fracturas y fallas regionales.¹⁴⁵

La zona de estudio se ubica en la intersección de las provincias de la Sierra de Mil Cumbres situada al oriente y sur de Morelia, y del Eje Neovolcánico al poniente.¹⁴⁶

En la región de Morelia se presentan básicamente cuatro formaciones geológicas:¹⁴⁷

La unidad más antigua corresponde a las rocas volcánicas del Oligoceno (Toabd), representadas por derrames y piroclásticos andesíticos y basálticos; esta se presenta en los cerros ubicados al oriente de Morelia.¹⁴⁸

- a) Durante el Mioceno se emplazaron productos volcánicos debidas a erupciones volcánicas que dieron lugar a rocas de composición ácida, como ignimbritas y tobas riolíticas (Tmi), que cubren discordantemente a las rocas andesítica, y afloran al sur y norte de Morelia.¹⁴⁹
- b) En la zona noreste, y a lo largo del valle del río Grande de Morelia, se formó una cuenca fluvio-lacustre, que dió origen a sedimentos arcilloso-arenosos que cubren discordantemente a las rocas volcánicas terciarias (QTI); se han reportado espesores del orden de 40 m. Así como sedimentos aluviales (Qal) depositados a lo largo del río Grande de Morelia y las planicies aluviales de Tarímbaro.¹⁵⁰
- c) En el Cuaternario se presenta una intensa actividad volcánica eruptiva de composición basáltica, que originaron ceniza, lapilli, escoria y lavas (Qba). Esta unidad aflora ampliamente al noroeste y oeste de Morelia, y se encuentra cubriendo a un basamento de las rocas ignimbríticas y andesíticas.¹⁵¹

¹⁴⁵ *Ibíd*em, p. 7.

¹⁴⁶ *Ídem*.

¹⁴⁷ *Ídem*.

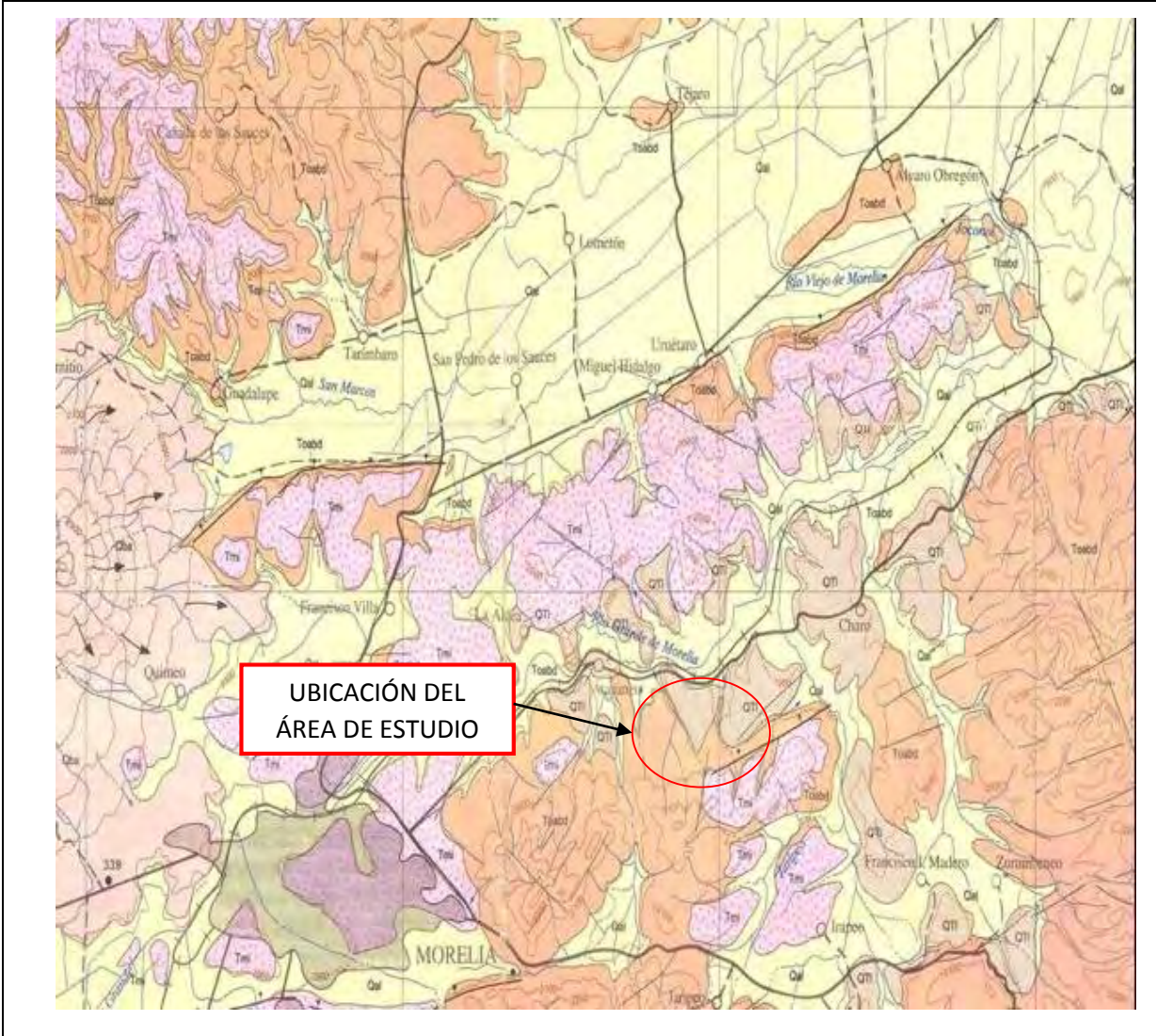
¹⁴⁸ *Ídem*.

¹⁴⁹ *Ídem*.

¹⁵⁰ *Ídem*.

¹⁵¹ *Ibíd*em, p. 8.

Imagen no. 15.- Mapa geológico regional.



Fuente: Instituto de Geología, UNAM, 1990

4.2.4.3.- Fallas geológicas regionales

En la región de Morelia se han realizado diversos estudios geológicos sobre las fallas que afectan a la ciudad y sus alrededores; entre los que destacan diversas investigaciones elaborados por Garduño Monroy y colaboradores; de acuerdo a estos autores existen dos tipos de fallas geológicas:¹⁵²

¹⁵² Ibídem, p. 9.

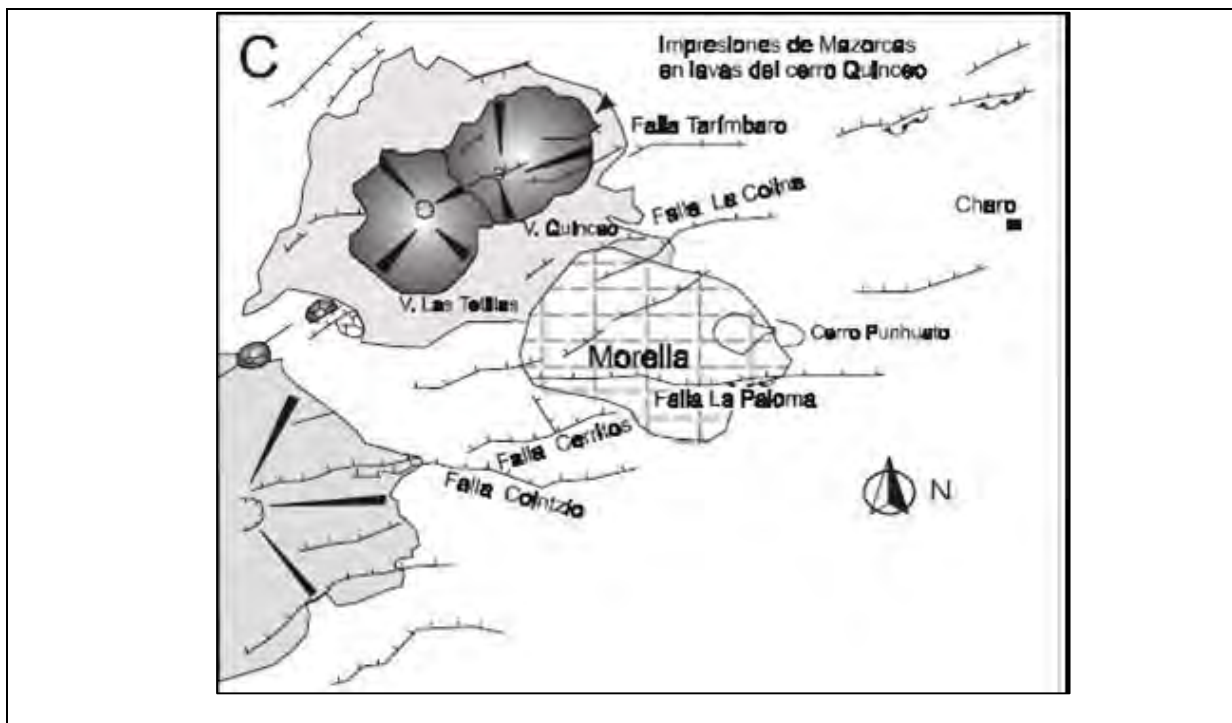
- a) Las fallas potencialmente activas: son fallas tectónicas de tipo normal, con una orientación NE-SW, y con los bloques caídos hacia el norte, que forman parte de los sistemas Chapala-Tula o Morelia- Acambay.¹⁵³

Algunas de estas fallas se han considerado como potencialmente activas (fallas en las que han ocurrido acumulación de esfuerzos y desplazamientos súbitos en los últimos 35,000 años).¹⁵⁴

Investigaciones ha encontrado evidencias morfológicas y estratigráficas de rupturas en el Holoceno, pero no hay registro histórico o instrumental de sismicidad asociado a ellas. Las cuales están ligadas posiblemente a fallas geológicas que se generan en la corteza de la placa superior.¹⁵⁵

Las fallas de este tipo que se presentan en la región de Morelia son Cotija, Tariímbaro, La Cotija y La Paloma; las cuales se pueden observar en el mapa geológico regional del Instituto de Geología de la UNAM (imagen 15) y en los planos del estudio de Garduño-Monroy (imagen 16). Todas estas fallas tienen orientación NE-SW y forman una serie de valles, en donde se depositaron posteriormente los sedimentos fluvio-lacustres.¹⁵⁶

Imagen no. 16.- Fallas geológicas de la región de Morelia.



Fuente: Garduño, 2001

¹⁵³ Ídem.

¹⁵⁴ Ídem.

¹⁵⁵ Ídem.

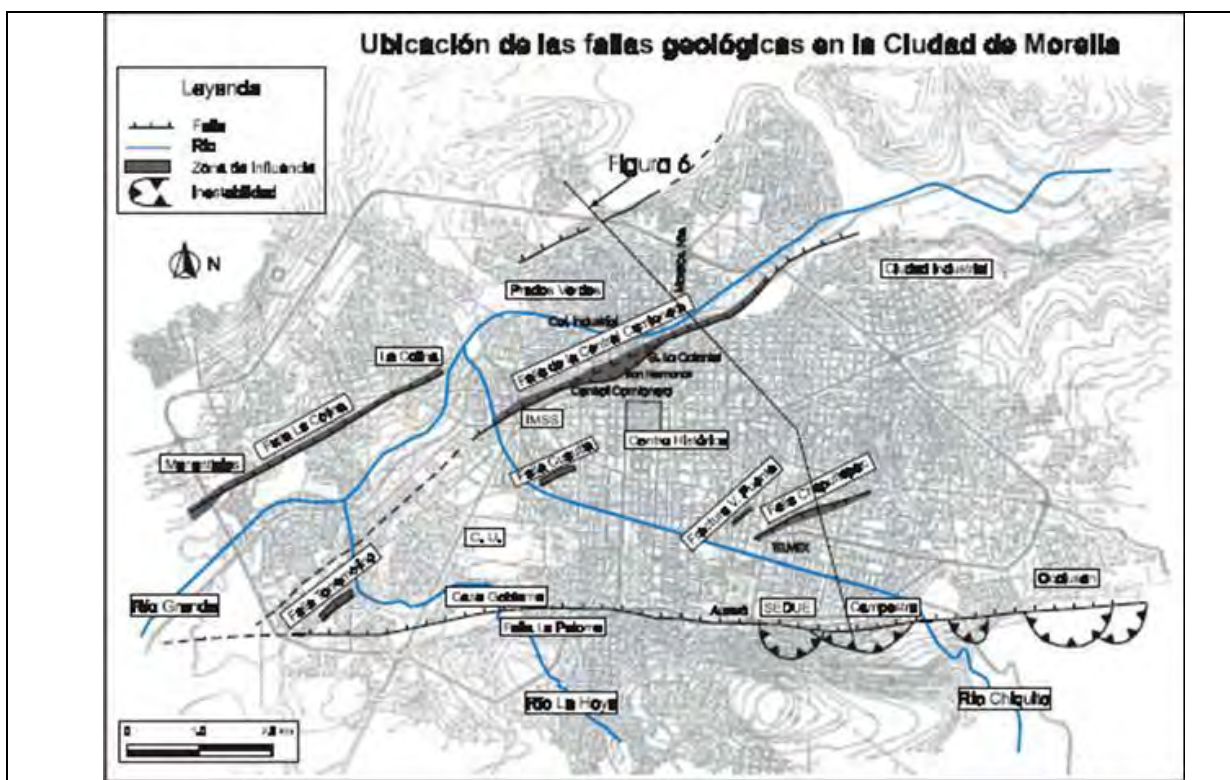
¹⁵⁶ Ídem.

La Falla La Paloma es la más importante por ser la continuidad del Sistema Acambay, y ha presentado evidencias de actividad sísmica en segmentos al oriente de Morelia en los últimos dos siglos; sin embargo, desde 1999 se han venido monitoreando, sin evidencias de actividad microsísmica.¹⁵⁷

- b) Las fallas ligadas a hundimientos: son fallas provocadas por la sobreexplotación de los mantos acuíferos, que van evolucionando poco a poco hasta alcanzar una geometría de falla de tipo normal con movimientos diferenciales acumulados de hasta 100 cm y con direcciones que coinciden con el fallamiento geológico tectónico regional. Las fallas más importantes de este tipo son: Central Camionera, Chapultepec y Torremolinos (Imagen 17).¹⁵⁸

Su área de influencia llega hasta los 5 m y han afectado a una gran cantidad de vialidades, estructuras, drenajes, etc. Sin embargo, todas estas fallas solo se presentan en la zona del valle de Morelia y por la presencia en el subsuelo de fallas normales, y que propician o facilitan los hundimientos diferenciales; sin embargo, estas fallas por el momento no se extienden fuera de la ciudad.¹⁵⁹

Imagen no. 17.- Fallas ligadas a hundimientos en la ciudad de Morelia.



Fuente: Garduño, 2001

¹⁵⁷ Ídem.

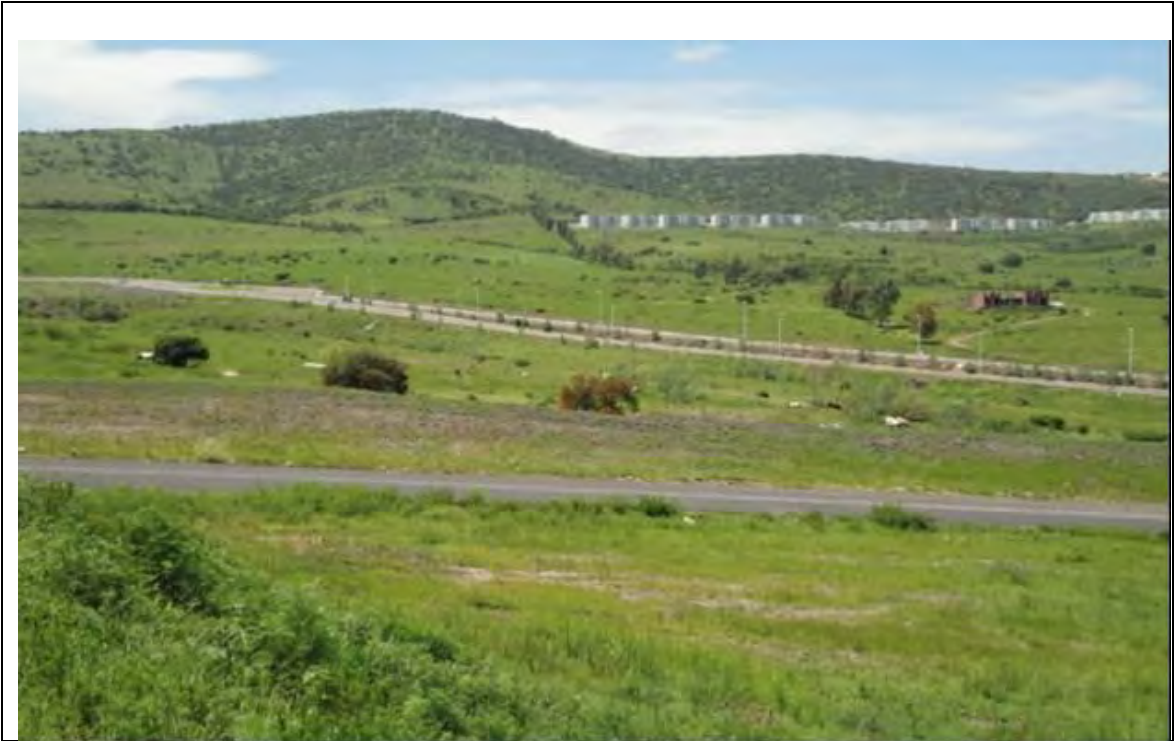
¹⁵⁸ Ibídem, p. 10.

¹⁵⁹ Ídem.

4.2.4.4.- Geología Local

El predio en estudio se ubica sobre una loma con un relieve sensiblemente plano que va descendiendo hacia el norte, con una diferencia de cotas de 23 m; hacia el norte se presenta el cerro El Coronel, y hacia el este y oeste se presentan otros lomeríos alargados en sentido norte-sur (imagen 18).¹⁶⁰

Imagen no. 18.- Ubicación general del predio.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 21

En la zona del predio del IMSS aflora básicamente una delgada capa de suelo vegetal, la cual cubre a los sedimentos fluvio-lacustres en la mayor parte del terreno. Sin embargo, en los alrededores del predio se observó la presencia de rocas volcánicas basálticas y andesíticas, que conforman el basamento sobre las cuales se depositaron los depósitos lacustres.¹⁶¹

Al Sur del predio del IMSS se observó la presencia de una falla geológica de tipo normal, que aquí se denominó como “Cerro Coronel”, ya que se sitúa al norte de este cerro. La distribución superficial de las unidades litológicas y las fallas geológicas se presentan sobre dos imágenes aéreas del área de estudio (imagen 19 y 30).¹⁶²

¹⁶⁰ Ídem.

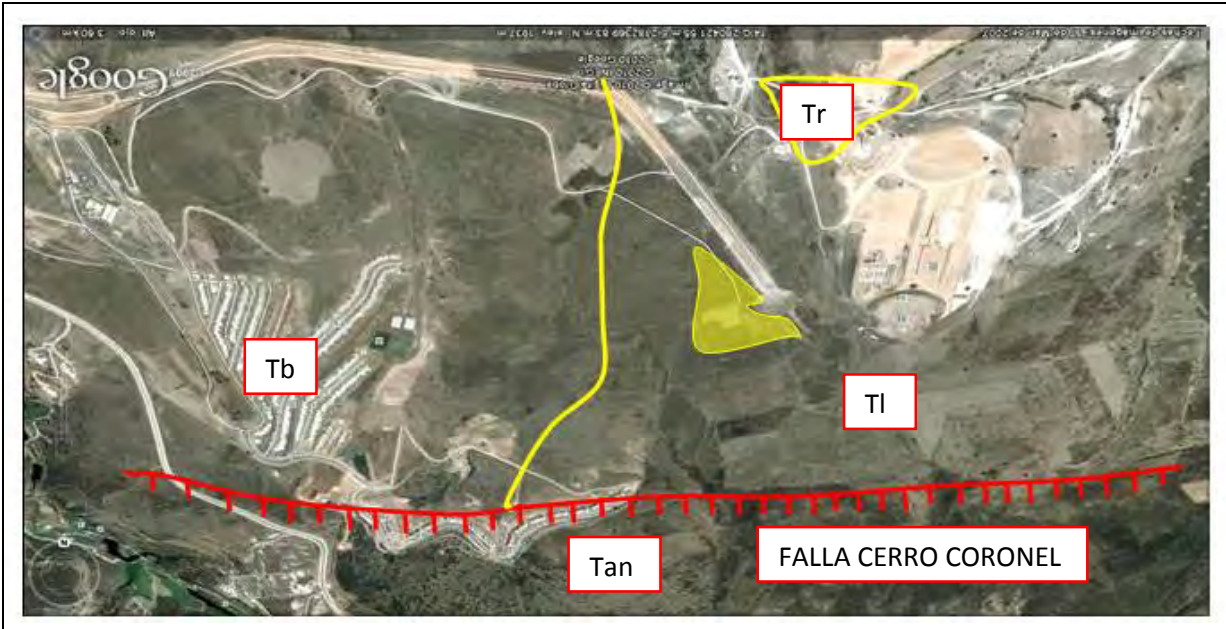
¹⁶¹ Ibídem, p. 11.

¹⁶² Ídem.

4.2.4.5.- Unidades litológicas

A continuación se presenta una descripción de las características de cada una de las unidades litológicas que se encuentran en la zona de estudio y sus alrededores, en el orden de la más joven a la más antigua.¹⁶³

Imagen no. 19.- Geología del área de estudio.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 12.

- **Capa vegetal (Qv)**

En la parte superior del terreno se presenta una capa de suelos arcillosos, café oscuro con materia orgánica y con una consistencia blanda; su espesor oscila entre 0.50 y 1.0 m, y se encuentra cubriendo a los depósitos lacustres en todo el predio (imagen 20).¹⁶⁴

Imagen no. 20.- Capa de Suelo vegetal presente.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 21

¹⁶³ Ídem.

¹⁶⁴ Ídem.

- **Tobas arenosas (Tr)**

Las tobas son materiales piroclásticos que se presentan cubriendo los depósitos lacustres, con un espesor variable entre 2 y 4 m; no se observaron dentro del predio, sin embargo se presentan aflorando en varios sitios en las inmediaciones, como en los cortes al norte del Recinto Ferial y en el Fraccionamiento Tres Marías.¹⁶⁵

Las tobas son de color café amarillento, con una textura arenosa con gravas finas de pómez, de consistencia muy dura, y con una estructura masiva, aunque localmente presentan fracturas verticales. Regionalmente se conocen como Toba Alegría.¹⁶⁶

Subyaciendo a los depósitos lacustres se presentan tobas riolíticas (Ttr) y conforman en subsuelo del predio en estudio (imagen 21). Las tobas riolíticas presentan un color café oscuro, arenosa de compacidad media a fina, aunque llegan a presentar fracturas de relajación aisladas, la roca es muy consistente (imagen 22).

Imagen no. 21.- Tobas riolíticas.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 23

Imagen no. 22.- Tobas riolíticas.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 24

- **Depósitos lacustres (TI)**

Esta unidad corresponde a sedimentos depositados en un ambiente de cuencas fluvio-lacustres durante el Mioceno tardío al Plioceno, y que se desarrolló al norte y noreste de Morelia, los cuales cubrieron al basamento de rocas volcánicas terciarias.¹⁶⁷

Se presentan en todo el subsuelo del área de estudio, cubiertos por la capa delgada de suelo vegetal, sin embargo hay algunos afloramientos hacia la parte baja el terreno. Los suelos arcillosos lacustres se depositaron en porción horizontal y presentan capaz de materiales arcillosos de consistencia blanda a firme (imagen 23) y en el

¹⁶⁵ Ibídem, p. 12.

¹⁶⁶ Ídem.

¹⁶⁷ Ibídem, p. 13.

subsuelo fueron encontrados en todos los pozos a cielo abierto y sondeos realizados como parte del estudio geotécnico.¹⁶⁸

El sondeo más profundo, SM-1 situado en la parte baja, corto 35 m de estos materiales sin llegar al basamento volcánico. Está constituida por una alternancia irregular de arcillas, limos, arenas y gravas, todas de color café claro con una granulometría de arcillas a limos (imagen 24); en general los suelos se encuentran sin cementación y con una alta plasticidad, pero en el subsuelo manifiestan una consistencia firme a muy dura (imagen 25).¹⁶⁹

Imagen no. 23.- Suelos arcillosos lacustres.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 22

Imagen no. 24.- Suelos lacustres.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 22

Imagen no. 25.- Suelos lacustres.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 24

- **Rocas basálticas (Tb)**

Las rocas basálticas son de edad miocénica, y se distribuyen en la margen derecha del Río Grande de Morelia, conformando una serie de lomeríos de orientación N-S, los cuales están cubiertos discordantemente por los sedimentos lacustres.¹⁷⁰

¹⁶⁸ Ídem.

¹⁶⁹ Ídem.

¹⁷⁰ Ídem.

Estas rocas se presentan aflorando a lo largo de la loma donde se construyó parte del fraccionamiento Tres Marías, ubicado inmediatamente al poniente del predio, en la loma contigua conformada por una intercalación (imagen 26).

Dentro del terreno no se observaron afloramientos de esta unidad, y en el subsuelo no fue detectada su presencia en ningún sondeo, hasta una profundidad de 35 m (SM-1).¹⁷¹

La unidad está constituida por derrames delgados de rocas andesítico - basáltico, de colores grises, consistentes y muy fracturados en lajas; los cuales se intercalan con brechas volcánicas bien consolidadas, consistentes y de estructura masiva y de alta resistencia (imagen 27).¹⁷²

Imagen no. 26.- Rocas volcánicas basálticas (Tb)



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 24

Imagen no. 27.- Unidad basáltica.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 25

- **Rocas andesíticas (Tan)**

Las rocas basálticas son de edad miocénica, y se distribuyen en las partes altas del Cerro del Punhuato y su continuación en el Cerro Coronel.

En la zona de estudio se observaron afloramientos en el área donde se construyeron los edificios del Fraccionamiento Tres Marías, los cuales se interrumpen bruscamente hacia el sur por la presencia de fallas geológicas normales (imagen 28).¹⁷³

Esta unidad se conforma por derrames andesíticos grises, muy fracturados, intercalados con brechas volcánicas consolidadas y resistentes y materiales piroclásticos (imagen 29).¹⁷⁴

¹⁷¹ Ídem.

¹⁷² Ibídem, p. 14.

¹⁷³ Ídem.

¹⁷⁴ Ídem.

Imagen no. 28.- Rocas andesíticas.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 25

Imagen no. 29.- Andesitas (Ta).



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 25

4.2.4.6.- Falla geológica Cerro Coronel

En la zona de estudio se presenta una falla geológica cercana que corresponde al sistema de fallas de orientación NE-SW, las cuales han sido consideradas como fallas potencialmente activas en investigaciones recientes (Garduño Monroy, 2001). Esta falla fue denominada como Falla “Cerro Coronel”, ya que es el nombre del cerro ubicado al Sur del área de estudio y pasa al pie de este cerro (imagen 30).¹⁷⁵

Imagen no. 30.- Geología del área de estudio.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 12.

¹⁷⁵ Ídem.

Las evidencias que se tienen de la presencia de la Falla Cerro Coronel son las siguientes:¹⁷⁶

- En el mapa geológico del Instituto de Geología de la UNAM, se observa la existencia falla normal con orientación NE-SW, ubicada al SW de Charo (imagen 15).¹⁷⁷
- En el plano de localización de fallas de la región de Morelia, elaborados por Garduño - Monroy (2001), se presenta la misma falla normal al SW de Charo (imagen 16).¹⁷⁸
- Del análisis de las imágenes de satélite del Google, se puede observar el escarpe topográfico de la falla antes mencionada, y su continuación hacia el poniente (imagen 17).¹⁷⁹
- En el reconocimiento de campo realizado en este estudio, fue posible observar la zona del plano de falla, ya que los cortes realizados en el área de edificios del Fraccionamiento Tres Marías permiten observar y confirmar la existencia de esta falla.¹⁸⁰
- La falla presenta en el “bloque estable” a la unidad andesítica con una topografía abrupta, conformada por una brecha andesítica masiva y consistente, que se encuentra afectada por una serie de fallas normales inclinadas hacia el norte. Los cerros ubicados al sur del predio, son cortados por la falla geológica regional “Cerro Coronel” que dio lugar al hundimiento de las rocas en el centro del valle. (imagen 31).¹⁸¹

Imagen 31.- Cerros ubicados al sur del predio.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 26.

¹⁷⁶ *Ibíd*em, p. 15.

¹⁷⁷ *Ídem*.

¹⁷⁸ *Ídem*.

¹⁷⁹ *Ídem*.

¹⁸⁰ *Ibíd*em, p. 16.

¹⁸¹ *Ídem*.

Más hacia el norte, en la zona del tanque de agua, se observa el plano de falla principal, ya que se interrumpe bruscamente la continuidad de la brecha volcánica andesítica (imagen 33), observándose como la roca se encuentra brechada, alterada y muy fracturada en la zona de la falla (imagen 32).¹⁸²

En el “bloque caído” se tiene una topografía más suave y comienzan a presentarse las unidades de rocas basálticas y los sedimentos lacustres.¹⁸³

Imagen no. 32.- Condiciones del plano de falla “Cerro Coronel” donde la roca se encuentra fracturada y alterada.



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 25

Imagen 33.- Zona de falla “Cerro Coronel” en la zona del fraccionamiento Tres Marías



Fuente: Estudio geológico para el proyecto “Hospital General de Zona” Tres Marías-Morelia, Michoacán. p. 27.

¹⁸² Ibídem, p. 17.

¹⁸³ Ídem.

4.2.4.7.- Conclusiones

- En el subsuelo se presenta básicamente la unidad de Depósitos lacustres (TI), conformada por una intercalación de suelos arcillo-arenosos y limo-arenosos, de consistencia firme a muy dura; que tienen un espesor mayor de 35 m (sondeo SM-1), ya que no se detectó la unidad inferior basáltica en ningún sondeo; sin embargo, en los sondeos schlumberger se detectó alrededor de 80m de profundidad.¹⁸⁴
- Por debajo de los depósitos lacustres se encuentran las rocas basálticas (Tb), que es una unidad constituida por derrames basálticos fracturados e intercalados con brechas volcánicas muy compactas, por lo que este macizo rocoso es de muy buena calidad geomecánica.¹⁸⁵
- A una distancia de 450 m desde el vértice más hacia el Sur del predio, se comprobó la existencia de una falla geológica regional, denominada “Falla Cerro Coronel”, de tipo normal con el bloque caído al norte y con una orientación NE-SW.¹⁸⁶
- Por su orientación, esta falla se agrupa dentro del sistema de fallas Morelia-Acambay, que se consideran como potencialmente sísmicas (Garduño-Monroy, 2001).¹⁸⁷
- Derivado de su ubicación y traza de la falla que en este estudio hemos denominado como “Traza Cerro Coronel”, podemos señalar que no deberá de afectar al inmueble en estudio, debido entre otras cosas a que no se tienen evidencias de que sea una falla activa, detectándose a ambos lados de la falla macizos rocosos.¹⁸⁸

Por otra parte, el predio en estudio se encuentra en una zona en donde los materiales que predominan son los de tipo aluvial; sin embargo al Sur del predio hemos detectado a poca profundidad una extensión de roca en el terreno, que en un futuro, si es que aquí se hace extracción de agua del subsuelo, podría crear, a pesar de que los suelos son muy resistentes, un movimiento diferencial en una magnitud no predecible; en el estudio geofísico que paralelamente se desarrolla, se abundará más sobre el tema.¹⁸⁹

¹⁸⁴ *Ibíd*em, p. 18.

¹⁸⁵ *Ídem*.

¹⁸⁶ *Ídem*.

¹⁸⁷ *Ídem*.

¹⁸⁸ *Ídem*.

¹⁸⁹ *Ibíd*em, p. 19.

4.2.5.- Estudio de análisis del agua.

Este análisis aplica únicamente para control interno y por lo tanto no se debe utilizar para trámites oficiales. De lo contrario se tendrán que analizar los parámetros de acuerdo a la norma NOM-127-SSAI-1994.

Color (Unidades PT-CO)	0.00	Turbiedad (Unidades UNT)	0.00
Olor	Inodora	Temperatura C°	
Sedimento	Ninguna	Cond. Espec. Microcorrosion	110.00
		pH	7.90

Determinaciones expresadas en mg/l como CaCO₃

Calcio (Ca ⁺⁺)	60.00	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	302.00
Magnesio (Mg ⁺⁺)	72.00	Carbonatos (CO ₃ ⁻)	0.00
Sodio (Na ⁺⁺)	190.87	Hidroxidos (OH ⁻)	0.00
Fierro (Fe ⁺⁺⁺)	0.00	Sulfatos (SO ₄ ⁻)	0.00
Acidez (H ⁺)	0.00	Cloruros (CL ⁻)	18.00
		Nitratos (NO ₃ ⁻)	2.87
		Fosfatos (PO ₄ ⁻)	0.00
		Sulfitos (SO ₃ ⁻)	0.00
Total cationes	322.87	Total aniones	322.87

Determinaciones expresadas en mg/l como

Dureza total (CaCo ₃)	132.00	Anh. Carbónico (Co ₂)	7.19
Dureza no carbón (CaCo ₃)	0.00	Fierro total (Fe ⁺⁺⁺)	0.00
Dureza de carbón (CaCo ₃)	132.00	Fierro suelto (Fe ⁺⁺⁺)	0.00
Alcalinidad F (CaCo ₃)	0.00	Fierro suspendido (Fe ⁺⁺⁺)	0.00
Alcalinidad T (CaCo ₃)	302.00	Nitrogeno Nitritos (N de NO ₂)	0.00
Sílice (SO ₂)	65.00	Cloro (Cl)	0.00
Materia Org. (O ₂)	0.50	Nitrogeno Amonio (N de NH ₄)	0.00
Sólidos tot. Dis (CaCo ₃)	431.42	Manganeso (Mn ⁺⁺)	0.00

4.2.5.1.- Observaciones y recomendaciones.

Agua fuera de normas fisicoquímicas de potabilidad en cuanto a los parámetros analizados en Cloro (0.0 vs 0.2 a 1.5 mg/L) y de acuerdo a los valores comparativos de referencia establecidos en la NOM-127-SSA1-1994.

4.2.6.- Estudio de factibilidad económica

El municipio de Charo, Michoacán, es una población que se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca, explotación forestal, actividades comerciales, industria de manufacturas artesanales y al turismo.¹⁹⁰

En materia de asistencia social, había 8 instituciones de salud, 4 del IMSS Oportunidades, 3 servicios médicos municipales y 1 del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, por lo que reunía las condiciones apropiadas para efectuar la construcción del Hospital General Regional, ya que éste traería a dicho municipio, un mejor desarrollo social y económico.¹⁹¹

Por otra parte, conforme al análisis de factibilidad desarrollado en el estudio de costo - beneficio, se observa que:

El nuevo hospital de 250 camas, cuenta con capacidad para proporcionar atención médica integral a los 400, 039 derechohabientes ya existentes y a los 117, 611 que adicionalmente se integrarán, que en conjunto suman 517, 650 usuarios.

Considerando el costo anual por concepto de renta y servicios se dedujo que tan sólo con este punto en un periodo aproximado de 12 años se pagaría la construcción del nuevo hospital.¹⁹²

Comparando el costo del proyecto de construcción del nuevo nosocomio, con el costo que representaría para el instituto pagar a terceros la atención médica en el caso de no cubrir la demanda de servicios médicos, por la situación que prevalecía en la Morelia por la carencia de instalaciones, se hicieron las siguientes consideraciones:

- El nuevo centro hospitalario tiene la siguiente productividad:
 - Hospitalización clasificada en medicina Interna (80 camas).
 - Cirugía general (80 camas).
 - Pediatría (35 camas).
 - Gineco obstetricia (55 camas).¹⁹³

¹⁹⁰ Ídem.

¹⁹¹ Ídem.

¹⁹² Ídem.

¹⁹³ Ídem.

Además dispone de una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de 9 camas más 1 pediátrica. El servicio de urgencias cuenta con 40 camas en observación; el bloque quirúrgico posee 8 salas de cirugía y en consulta externa se incluirán 37 consultorios de especialidades.¹⁹⁴

Para este propósito se calculó el costo para el instituto asumiendo las tarifas que el propio IMSS cobra a sus usuarios no derechohabientes sobre la base del requerimiento de los siguientes servicios y precios:¹⁹⁵

Tabla no. 3.- Servicios requeridos y tarifas pagadas a terceros			
Servicios o Estudio	Demanda anual esperada	Tarifa a pacientes no Derecho - habientes	Monto Anual
Urgencias			
Atención a urgencias	105,431	\$1,165	\$122,827,115.00
Hospitalización			
Hospitalización Egresos	19,362	\$12,600	\$243,961,200.00
Consulta de especialidades			
Consulta especialidades	73,967	\$798	\$59,025,666.00
Consulta subsecuente de especialidades	60,529	\$798	\$48,302,142.00
Quirófano			
Intervenciones quirúrgicas cirugía	14,371	\$25,019	\$359,548,049.00
Intervenciones quirúrgicas cirugía ambulatoria	4,683	\$25,019	\$117,163,977.00
Total de partos	6,060	\$20,000	\$121,200,000.00
Total de cesáreas	761	\$30,000	\$22,830,000.00
Hemodiálisis			
Sesiones de hemodiálisis	8,569	\$750	\$6,426,750.00
Radiodiagnóstico			
Estudios Rayos X pacientes ambulatorios	74,455	\$215	\$16,007,825.00
Estudios Rayos X pacientes hospitalizados	17,465	\$215	\$3,754,975.00
Ecosonografía Ambulatorias	15,142	\$400	\$6,056,800.00
Ecosonografías pacientes hospitalizados	4,647	\$400	\$1,858,800.00
Tomografía Axial C	11,265	\$4,025	\$45,341,625.00
Laminillas interpretadas			
Laboratorio clínico pacientes ambulatorios	584,110	\$48	\$28,037,280.00
Laboratorio clínico pacientes hospitalizados	394,350	\$48	\$18,928,800.00
Anatomía Patológica estudios histopatología	13,012	\$48	\$624,576.00
Citología Exfol.	34,118	\$48	\$1,637,664.00
Costo anual de subrogación de servicios médicos			\$1,223,533,244.00
Fuente: Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Ecológica y Social, pp. 109			

¹⁹⁴ Ídem.

¹⁹⁵ Ídem.

Por lo que confrontando este proyecto con el proyecto alternativo, calculando la eficiencia tenemos:

$$E = \left[\left(\frac{a}{b} \right) - 1 \right] * 100$$

Donde:

E = Eficiencia

a = Costo de operación de pago a tercero de servicios

b = Costo de operación del HGR No.1 de 250 camas

Sustituyendo:

$$E = \left[\left(\frac{\$ 1, 223, 533, 244.00}{\$ 435, 777, 769.70} \right) - 1 \right] * 100$$

$$E = [(2.8077) - 1] * 100$$

$$E = [1.8077] * 100$$

$$E = 180.77\%^{196}$$

La eficiencia del costo de operación del HGR 250 camas es de 180.77 por ciento superior a la eficiencia del costo de operación de subrogar servicios a terceros, o bien, 1.8 veces mayor a él.

En una ecuación relacional a : b, la relación es:

$$\$1' 223, 533, 244.00 / \$ 435, 777, 769.70 = 2.8^{197}$$

Es decir, para brindar el mismo nivel de atención y servicio hospitalario, el HGR de 250 camas, en Charo, Michoacán, utilizará 2.8 veces menos recursos presupuestales que la subrogación de los servicios.

Por otra parte, la eficiencia del costo de operación del nuevo hospital será superior al costo de operación que venía desarrollando el HGR No.1 en Morelia, con las deficiencias y limitaciones de espacio y funcionalidad, ocasionado por los riesgos físicos del inmueble, además de los resultados de evaluación de la tasa de crecimiento de la población derechohabiente usuaria, estimada en 2.94%.¹⁹⁸

¹⁹⁶ Ídem.

¹⁹⁷ Ídem.

¹⁹⁸ Ídem.

4.2.7.- Proceso de licitación

En términos de lo establecido en el artículo 41 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, respecto a la selección del procedimiento de contratación por adjudicación directa, se invitó a personas y/o empresas que poseían capacidad de respuesta inmediata y los recursos necesarios acorde con la magnitud de los trabajos a ejecutar.

Se invitó a constructoras que contaban con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios, de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos a ejecutar, por lo que se procedió a realizar un ejercicio de evaluación preliminar de empresas constructoras reconocidas, en dos etapas:

- La primera consistió en descartar a las empresas que aun habiendo ejecutado obras hospitalarias, su magnitud, complejidad y características son inferiores a la obra que se requería realizar en el municipio de Charo, Michoacán y,
- La segunda consistió en una evaluación por puntos tomando en consideración diversos factores objetivos.¹⁹⁹

Las empresas nacionales y extranjeras analizadas fueron las siguientes:

Tabla no. 4.- Empresas evaluadas para la construcción del HGR 250 camas

	Empresa	Denominación
1.	Acciona Infraestructuras México S.A. de C.V., y Desarrollos y Construcciones S.A. de C.V.	Acciona
2.	ALDESA, SA	ALDESA
3.	FCC Construcción, S.A.	FCC
4.	Constructora y Edificadora GIA+ a S.A. de C.V.	GIA
5.	Grupo INDI, GAMI Ingeniería e Instalaciones S.A. de C.V.	INDI
6.	Grupo MAREBB, S.A. de C.V.	MAREBB
7.	Grupo MARHNOS, S.A. de C.V.	MARHNOS
8.	Grupo PC Constructores, S.A. de C.V.	PC
9.	Grupo TECHINT, Ingeniería y Construcción, S.A. de C.V.	TECHINT
10.	GUTSA Infraestructura de México S.A. de C.V.	GUTSA
11.	Ingeniería y Control de Proyectos S.A. de C.V.	INCOPSA
12.	Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.	ICA
13.	ISOLUX CORSAN S.A. de C.V.	ISOLUX
14.	OBARSCON HUARTE Line	OHL
15.	Promotora y Desarrolladora Mexicana S.A. de C.V.	PRODEMEX
16.	Regiomontana de Construcciones y Servicios S.A. de C.V.	RECSA
17.	TRADECO Infraestructura S.A. de C.V.	TRADECO

Fuente: Libro blanco Hospital General Regional de 250 camas, en el municipio de Charo, Michoacán, 29 de marzo de 2018, <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/transparencia/rendicion/2006-2012/LB-Charo.pdf>

¹⁹⁹ Ídem.

Se descartaron las siguientes empresas, debido a que no cuentan con capacidad de respuesta inmediata y experiencia de acuerdo con las características de complejidad y magnitud de los trabajos a realizar.

- ALDESA, S.A. de C.V.

- No contaba con experiencia en la construcción de hospitales en México, ni registró participación en los últimos 10 años en procedimientos de licitación convocados por el instituto.

- FCC Construcción, S.A.

- No había construido obras hospitalarias en México, sólo participado licitaciones públicas internacionales del IMSS, sin resultar ganador.

- Grupo PC Constructores, S.A. de C.V.

- Realizó 3 obras hospitalarias de carácter privado, por un monto total de 42.5 mdp, que no reunían las características de complejidad y magnitud de la obra a ejecutar, participó también en diversos procedimientos de licitación internacional del IMSS, sin resultar adjudicado.

- OHL, S.A. de C.V.

- Construyó el Hospital General de Zona No. 46 de Villahermosa, Tabasco, en 2002, la empresa demandó al IMSS el pago de diversos equipos, pero a través de un proceso de reconvención, el instituto obtuvo una resolución favorable. Después de esto, OHL no registró participación en los últimos 9 años en procedimientos de licitación convocados por el instituto.

- ISOLUX, S.A. de C.V.

- La empresa presentó retrasos en la ejecución de las obras de San José del Rincón e Ixtepec en Puebla, del programa IMSS OPORTUNIDADES y durante su ejecución se aplicaron penas por el retraso en la ejecución, en su momento se analizó iniciar la rescisión de contrato correspondiente.

- GUTSA, S.A. de C.V.

- Con fecha 5 de mayo de 2010, fue sancionada con inhabilitación de un año, por la Secretaría de la Función Pública, contado a partir del día 5 de mayo de 2010 al 15 de marzo de 2011, por lo cual existía un impedimento legal para que se celebre contrato alguno con dicha empresa.²⁰⁰

²⁰⁰ Ídem.

Para evaluar a las empresas restantes, se tomaron en cuenta la capacidad técnica, financiera y experiencia. Después de un exhaustivo análisis y de verificar que contaba con los recursos para desarrollar el proyecto en las mejores condiciones del mercado e iniciar la ejecución de los trabajos, el IMSS eligió a la empresa PRODEMEX, fundada en 1996, líder en el ramo de la construcción de unidades hospitalarias.²⁰¹

La empresa PRODEMEX, S.A. de C.V., cuenta con una gama de sistemas de financiamiento con la banca comercial, de desarrollo y multilateral, lo que les ha permitido desarrollar cada obra con las mejores condiciones del mercado. Desde su fundación en el año de 1996, ha desarrollado proyectos de infraestructura en salud para las siguientes instituciones de salud pública y privada:

- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
- Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios.
- Instituto de Salud del Estado de México.
- Gobierno del Distrito Federal.
- Hospital Ángeles Tampico, S.A. de C.V.
- Hospital Ángeles Ciudad Juárez, S.A. de C.V.
- Hospital Ángeles Puebla, S.A. de C.V.
- Unidades Comerciales Santa Fe, S.A. de C.V.
- Centro Médico del Potosí, S.A. de C.V.²⁰²

Con el fin de remplazar en el menor tiempo posible el HGR No.1 de Morelia, Mich., fueron contratados los trabajos de construcción del HGR 250 camas, en Charo, Mich., el 18 de octubre de 2010, donde se formalizó el contrato de obra pública a precio unitario entre el IMSS y la empresa PRODEMEX, S.A. de C.V., por \$ 619' 354,311.94 más IVA.²⁰³

²⁰¹ Ídem.

²⁰² Ídem.

²⁰³ Ídem.

4.2.8.- Construcción de obras definitivas

El 24 de septiembre de 2010 se reunieron los elementos necesarios para iniciar la construcción de un nuevo nosocomio, el HGR de 250 camas en el municipio de Charo, Michoacán. Las características y la capacidad instalada del HGR de 250 camas, en Charo, Mich., son las siguientes:

Es un hospital del segundo nivel de atención, con un área de influencia al cual le derivan las unidades de medicina familiar y hospitales de subzona, a aquellos pacientes que rebasan su capacidad resolutive y requieren servicios de consulta externa especializada, atención urgente, hospitalización, cirugía o servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento.

La capacidad de atención del hospital, le permite brindar servicios en las cuatro especialidades básicas como: cirugías, gineco - obstetricia, medicina interna, pediatría y otras especialidades médico quirúrgicas y 36 especialidades médico quirúrgicas, con lo que se garantiza la más alta calidad de atención a los derechohabientes.²⁰⁴

El HGR de 250 camas, en el Municipio de Charo, Michoacán está conformado por los siguientes servicios:²⁰⁵

- | | |
|---|-------------------------------------|
| A. Accesos y vestíbulos | K. Laboratorio |
| B. Gobierno | L. Imagenología |
| C. Educación Médica e Investigación | M. Anatomía Patológica |
| D. Servicios Paramédicos | N. Medicina Física y Rehabilitación |
| E. Hospitalización | O. Consulta de especialidades |
| F. UCI y UCIN | P. Otros servicios |
| G. Urgencias | Q. Servicios generales |
| H. Cirugía, Cirugía Ambulatoria y Endoscopias | R. Casa de máquinas |
| I. Hemodiálisis, Quimioterapia y Terapia Respiratoria | S. Lavandería |
| J. Tococirugía | T. Helipuerto |

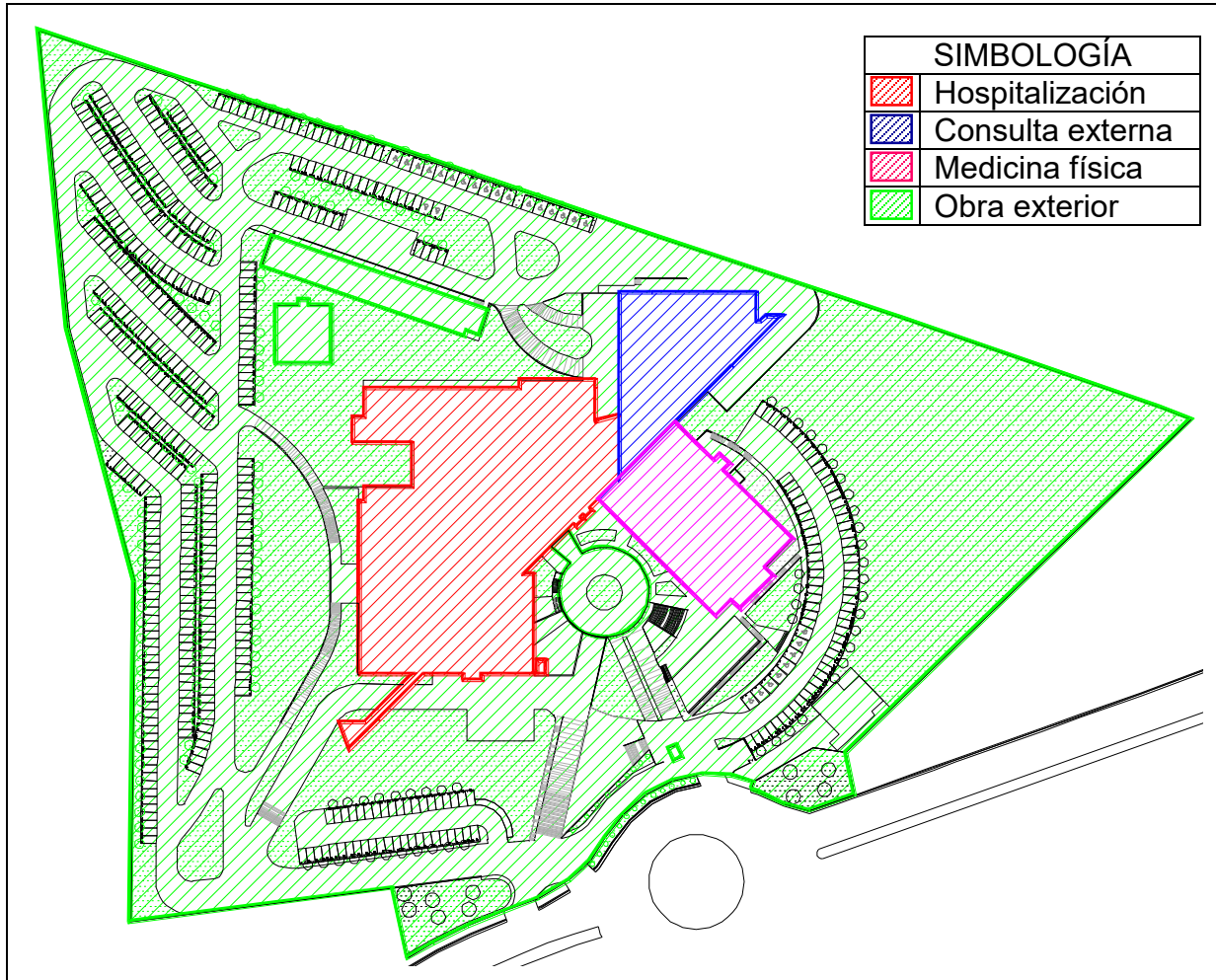
²⁰⁴ Ídem.

²⁰⁵ Ídem.

El proyecto ejecutivo cumple con los parámetros normativos, sustentables, ecológicos, legales y todos los que garantizan la calidad, funcionamiento y viabilidad del mismo, se sometió su proceso de elaboración y desarrollo, a la revisión y aprobación de la División de Proyectos del IMSS.²⁰⁶

Debido a la complejidad y al gran tamaño de la obra, ésta se divide en 4 grandes frentes, como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen no. 34.- Localización de frentes en el terreno.



Fuente: elaboración propia.

Para el frente de hospitalización se asigna un residente de obra civil y un auxiliar por cada nivel del edificio debido a la magnitud y complejidad de los servicios; el frente de consulta externa es supervisado por un residente de obra civil y un auxiliar; para el frente de medicina física se asigna un residente de obra civil y un auxiliar. El frente de obra exterior se divide en dos partes, cada una con un residente de obra civil.

²⁰⁶ Ídem.

Los trabajos de instalaciones del hospital son supervisados por un residente de instalación hidrosanitaria, dos residentes de instalaciones eléctricas y un residente de instalaciones de aire acondicionado. Los residentes de instalaciones de cada especialidad se encargan de la supervisión de todos los frentes en general.

A continuación se muestran las áreas de construcción de cada frente, así como la superficie de ocupación de cada uno.

Tabla no. 5.- Zonas y superficies del HGR 250 camas.		
Frentes y áreas	Área construida (m2)	Superficie ocupada sobre el terreno (m2)
Hospitalización	22, 133.06	6, 047.87
Azotea (Helipuerto)	452.39	
3er. Piso	4, 092.34	
2do. Piso	5,,230.35	
1er. Piso	5, 301.21	
Planta baja	5, 755.25	
Sótano 1	1, 301.52	
Consulta externa	7, 082.19	1, 652.97
3er. Piso	986.17	
2do. Piso	1, 022.51	
1er. Piso	1, 022.51	
Planta baja	1, 595.53	
Sótano 1	1, 652.61	
Sótano 2	802.86	
Medicina Física	3, 609.72	1, 886.57
1er. Piso	651.68	
Planta baja	1, 007.80	
Sótano 1	1, 869.23	
Sótano 2	81.01	
Obra Exterior	2, 269.48	50, 881.88
Sótano 1	2, 269.48	2, 269.48
Jardín		21, 667.49
Estacionamiento		6, 850.50
Circulación y pasillos		20, 094.41
TOTAL	35, 094.45	60, 469.29
Fuente: elaboración propia.		

El frente de hospitalización es el que cuenta con más área de construcción debido a que cuenta con sótano 1, planta baja y 3 pisos, debido a que es el edificio principal y el que alberga la mayoría de los servicios médicos que ahí se prestan, entre los más importantes están los de cirugía y encamados.

Consulta externa por su parte, es el edificio que le sigue en cuanto a área de construcción se refiere por contar con 2 sótanos, planta baja y 3 pisos. Los servicios que ahí se prestan son los de consulta por especialidades principalmente, entre otros.

El frente de medicina física es el menor en cuanto a área de construcción, cuenta con 1 sótano, planta baja y 1er. piso. Alberga los servicios de rehabilitación, educación y enseñanza y gobierno.

Respecto al frente de obra exterior es el más extenso en cuanto a ocupación de la superficie se refiere, esto es debido a que cuenta con las áreas de jardín, circulaciones y pasillos, estacionamiento, casa de máquinas, cafetería y glorieta vehicular en sótano 1 y planta baja.

4.3.- Puesta en operación

Con anticipación a la entrega de las instalaciones del HGR de 250 camas, en Charo, Michoacán, el IMSS diseñó un plan para el traslado y reubicación de los servicios que se han venido brindando desde hace 2 años, en las instalaciones provisionales que se habilitaron para tal efecto:

- a) Gineco-Obstetricia y Pediatría: En Av. Nocupétaro.
- b) HGR No.1 (medicina interna, cirugía, traumatología y auxiliares de Dx. Y Tx), en la avenida Camelinas.

Con la puesta en operación del HGR de 250 camas, en el Municipio de Charo, Michoacán, llega el momento de la reunificación de todos los servicios, lo cual se determinó llevar a cabo en 2 Fases:

- 1. - Gineco-Obstetricia y Pediatría: septiembre del 2012.
- 2. - HGR No.1 Camelinas: octubre del 2012.

Es un hecho que la operación por separado de los servicios condiciona una serie de circunstancias que aumentan la vulnerabilidad de la atención que otorga el centro de salud, incrementando el riesgo de muertes causadas por enfermedades, así como de situaciones médico-legales con afectación del entorno laboral, la imagen y el patrimonio institucional.

Realizar la reunificación de todos los servicios en 2 fases, tiene como ventajas:

- 1) Los riesgos potenciales imprevisibles se ven disminuidos al contar con las instalaciones provisionales en las que se reubicaron temporalmente los servicios que proporcionaba el HGR No.1, como unidad de respaldo ante cualquier imprevisto.
- 2) La segunda fase de traslado del HGR No.1 Camelinas, tiene como ventaja la puesta en función de los servicios de apoyo en la 1ª fase, lo que garantiza la operación del resto de las especialidades en la nueva sede.

Es importante destacar, que la determinación de que las áreas de Gineco-Obstetricia y Pediatría fueran las primeras en trasladarse, se sustentó en la capacidad resolutive instalada, que actualmente estaba seriamente rebasada, la cual se verá beneficiada tanto en infraestructura como en recursos de personal médico y categorías de apoyo.

Para efectos de la reubicación mencionada, se llevó a cabo una entrega parcial del HGR de 250 camas, en el Municipio de Charo, Michoacán, el 24 de agosto de 2012 y el 1° de septiembre se inició la fase 1 de reubicación, contando con el apoyo de 14 ambulancias, para el traslado en un solo día, de 130 pacientes con la siguiente clasificación:

- Alta complejidad Pediatría: 30
- Alta complejidad Gineco-Obstetricia: 10
- Mediana y baja complejidad Pediatría: 41
- Mediana y baja complejidad Gineco-Obstetricia: 49

El 28 de septiembre de 2012 el HGR de 250 camas, en Charo, Michoacán, fue inaugurado por el C. Presidente de la República, Lic. Felipe Calderón Hinojosa. La puesta en marcha de este moderno hospital, además de incrementar la infraestructura médica de Michoacán, representa un importante beneficio por su funcionalidad y equipamiento de alta tecnología para el municipio de Charo y poblaciones cercanas.

El nuevo hospital de 250 camas, cuenta con capacidad para proporcionar atención médica integral a los 400, 039 derechohabientes ya existentes y a los 117, 611 que adicionalmente se integrarán, que en conjunto suman 517, 650 usuarios.

Capítulo 5

Proceso constructivo

Se define proceso constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar.²⁰⁷

En el proceso constructivo intervienen varias etapas que, por lo general, están presentes en la mayoría de las construcciones, dependiendo la magnitud y la función de la misma, a continuación se mencionan para darse a conocer sin entrar en detalles:

- Preliminares y terracería.

Los trabajos preliminares, son todos aquellos estudios, exploraciones o trabajos de reconocimiento de terreno que deben realizarse para obtener todos los datos o antecedentes necesarios, ya sea para confeccionar el proyecto y los diseños de la obra como para el estudio del programa de trabajo.²⁰⁸ Dentro se encuentran los trabajos de trazo y nivelación y despalme de terracería.

- Cimentación.

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Es el grupo de elementos que soportan a la superestructura. La estabilidad de una edificación depende en gran medida del tipo de terreno sobre el que se asienta.²⁰⁹

- Estructura.

La estructura de un edificio es el esqueleto que soporta todas las cargas, siendo estas conformadas por los factores y causas que inciden sobre el edificio produciendo deformaciones. La estructura de un edificio soporta además de las cargas de la edificación, su propio peso y otras situaciones que alteran su carga inicial. Las cargas en el edificio van variando a lo largo del día, del año y del tiempo en general.²¹⁰

Un edificio debe tolerar modificaciones en su distribución, en los revestimientos y puede que también en algún momento cambie el uso. Otras acciones que inciden en el edificio son de naturaleza ambiental y climática, tales como el viento, la nieve e inclusive los movimientos sísmicos o movimientos de asentamiento del terreno.²¹¹

²⁰⁷ http://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Desarrollo consultado el 04 de abril de 2018.

²⁰⁸ www.academia.edu/9552256/TRABAJOS_PRELIMINARES_EN_UNA_OBRA consultado el 02 de abril de 2018.

²⁰⁹ <https://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n> consultado el 02 de abril de 2018.

²¹⁰ <http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras> consultado el 02 de abril de 2018.

²¹¹ Ídem.

- **Albañilerías.**

Es el conjunto de elementos que se encargan de dar la forma a la edificación por lo general, estos en su mayoría suelen ser conformados por elementos pétreos, en esta etapa se realizan los trabajos previos a los acabados por lo que es normal que haya demoliciones, excavaciones, ranuras y resanes, debido a las instalaciones y demás servicios que se deben de prever.

- **Instalaciones.**

Son el conjunto de conducciones y equipos mediante los que se genera, convierte, transforma, distribuye o utiliza la energía eléctrica, agua, gas, residuos domiciliarios e industriales, instalaciones de climatización, telecomunicaciones, o protección contra el fuego y los agentes atmosféricos.²¹²

Es decir, son el conjunto de redes y equipos fijos que permiten el suministro y operación de los servicios que ayudan a los edificios a cumplir las funciones para las que han sido diseñados. En algunos casos las instalaciones son específicas del edificio dependiendo el servicio que se vaya a prestar en la construcción. Las instalaciones llevan, distribuyen y/o evacúan del edificio materia, energía o información.²¹³

- **Acabados**

Los acabados en la construcción tienen por función proteger todos los materiales base o de obra negra así como de proporcionar belleza, estética y confort. En esta etapa quedan incluidos todos trabajos que se realizan para darle terminación a las albañilerías, quedando la construcción con un aspecto estético y habitable. Dentro de los acabados se incluyen partidas como herrería, cancelería, carpintería.²¹⁴

- **Jardinería.**

La jardinería es el arte de planear, realizar y conservar áreas verdes y flora dentro de una construcción, en esta etapa se efectúan los trabajos de preparación del terreno, implantaciones de vegetación y labores de mantenimiento; utilizando las técnicas y los medios manuales y mecánicos adecuados. La jardinería tiene importantes repercusiones sobre el paisaje, el suelo, la atmósfera, la fauna y flora.²¹⁵

- **Urbanización.**

Dentro de una construcción, la urbanización es la encargada de dotar al inmueble de los servicios de tránsito principalmente, así como delimitar la superficie del inmueble mediante elementos constructivos. En esta etapa se desarrollan los trabajos para facilitar el acceso al inmueble como vialidades peatonales y vehiculares, glorietas, patios de maniobras, estacionamiento, áreas de carga y descarga y barda perimetral.

²¹² <http://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:Instalaciones> consultado el 02 de abril de 2018.

²¹³ https://es.wikipedia.org/wiki/Instalaciones_de_los_edificios consultado el 02 de abril de 2018.

²¹⁴ <https://arquigrafico.com/los-acabados-de-construccion/> consultado el 02 de abril de 2018.

²¹⁵ <http://conceptodefinicion.de/jardineria/> consultado el 02 de abril de 2018.

5.1.- Sistemas constructivos.

Un sistema constructivo es el conjunto integral de materiales y elementos constructivos combinados según determinadas reglas tecnológicas para conformar una obra. Por ende, es el conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, es decir, el sistema como conjunto articulado, más que el sistema como método.²¹⁶

5.1.1.- Cimentación.

La cimentación es la base que sirve de sustentación al edificio; se calcula y proyectan teniendo en consideración varios factores tales como la composición y resistencia del terreno, las cargas propias del edificio y otras cargas que inciden. Existen dos tipos de cimentación a grandes rasgos:

- Cimentaciones superficiales
- Cimentaciones profundas

5.1.1.1.- Cimentación por pilotaje.

Es un tipo de cimentación profunda de tipo puntual, que se hinca en el terreno buscando siempre el estrato resistente capaz de soportar las cargas transmitidas, que por lo general se encuentran a grandes profundidades, haciendo inviable técnica y económicamente una cimentación mediante zapatas y losas.²¹⁷

El proceso se realiza por medio de pilotes, los cuales son elementos constructivos que tienen forma de columna colocada en vertical en el interior del terreno sobre la que se apoya el elemento que le trasmite las cargas del edificio y que este a su vez las transporta al suelo por rozamiento del fuste con el terreno, apoyando la punta en capas más resistentes o por ambos métodos a la vez.²¹⁸

Este tipo de cimentación se utiliza bajo diversas circunstancias, las siguientes aplican particularmente al proyecto del hospital:

- Soportar grandes cargas y transmitir las a estratos resistentes.
- Cuando las cargas transmitidas al edificio no se pueden distribuir adecuadamente en una cimentación superficial excediendo la capacidad portante del suelo.

²¹⁶ <https://es.scribd.com/document/349765747/Concepto-de-Sistema-Constructivo> consultado el 02 de abril de 2018.

²¹⁷ <http://www.construmatica.com/construpedia/Pilotes> consultado el 02 de abril de 2018.

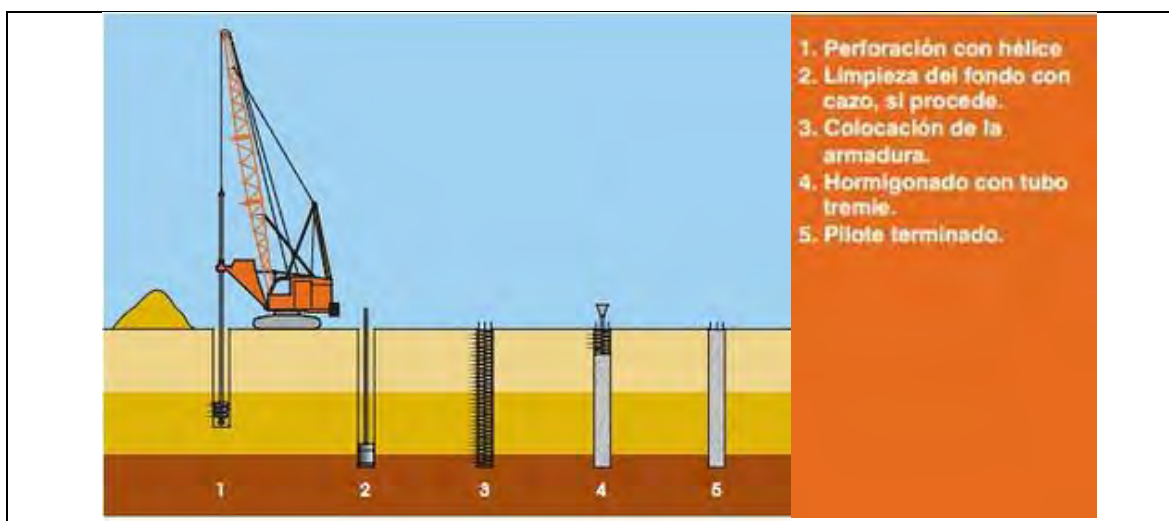
²¹⁸ [https://es.wikipedia.org/wiki/Pilote_\(cimentaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Pilote_(cimentaci%C3%B3n)) consultado el 02 de abril de 2018.

- Cuando el terreno está sometido a grandes variaciones de temperatura por hinchamientos y retracciones producidos con arcillas expansivas.
- Cuando los estratos inmediatos a los cimientos produzcan asentamientos imprevistos y que el suelo resistente esté a cierta profundidad; es el caso de edificios que apoyan en terrenos de baja calidad.
- Diseñados por su resistencia contra los esfuerzos horizontales inducidos por sismos, vientos fuertes, empuje de tierras o fluencia lateral del terreno.²¹⁹

Este último caso es de los más importantes, ya que por su diseño contra los sismos, el hospital podría seguir con sus labores cotidianas y atender a las víctimas del temblor, brindando seguridad social continua a la población. La elección del método de perforación viene determinado por varios factores siendo estos: el tipo de terreno a perforar, la economía de la obra y el entorno de la misma.

Es muy importante disponer de los sistemas de ejecución precisos para minimizar interferencias en el entorno y demostrar el máximo respeto por el medioambiente y su conservación.²²⁰

Imagen no. 35.- Procedimiento constructivo de cimentación por pilotaje.



Fuente: *Arquigrafico Architecture, Engineering, Construction*, consultado el 04 de abril de 2018, <https://arquigrafico.com/pilotes-de-cimentacion-in-situ-diferentes-mtodos-de-ejecucion/>

En el caso específico del hospital se emplea el sistema de pilotes perforados o *in situ* (ver imagen no. 35), es decir, son ejecutados en obra, el proceso está compuesto por 4 fases:

²¹⁹ <http://www.construmatica.com/construpedia/Pilotes> consultado el 04 de abril de 2018.

²²⁰ <https://arquigrafico.com/pilotes-de-cimentacion-in-situ-diferentes-mtodos-de-ejecucion/> consultado el 04 de abril de 2018.

- Realización de la perforación.

En este caso es por medio de equipos de rotación en seco, se extrae el material mediante hélices las cuales funcionan rotando en el interior del terreno, se extraen rellenas de material el cual se deposita en las proximidades de la máquina.²²¹

Con este sistema la perforación se realiza en terrenos estables, compactos y sin presencia de agua, sin que se produzca desmoronamiento de terreno ni vibraciones.²²²

Imagen no. 36.- Perforación para pilotes.



Fuente: *Archivo residencia de obra.*

- Colocación de la armadura.

Las armaduras se conforman como si fuesen jaulas; el acero longitudinal se coloca uniformemente en el perímetro de la sección, y el armado transversal lo constituyen un zuncho en espiral o anillos redondos.

Éstas no deben apoyar en el fondo, sino quedar suspendidas. La cantidad de acero y el diámetro del mismo, se calcula en función de la carga que deba soportar el pilote.²²³

Imagen no. 37.- Armado de jaulas.



Fuente: *Archivo residencia de obra .*

- Colocación del concreto.

Antes de comenzar el colado se debe comprobar que el fondo de la perforación esté limpio. Debe procurarse que se rellene todo el volumen del elemento sin huecos, no compactar el concreto con vibración y controlar el volumen del concreto colocado en relación al volumen teórico de llenado.

La colocación del concreto se realiza en particular con tubería de acero, lisa, rígida y contrapesada, con uniones selladas entre tramos. La tubería lleva en su parte

²²¹ <https://www.obrasurbanas.es/seleccion-equipos-perforacion-pilotes/> consultado el 04 de abril de 2018.

²²² Ídem.

²²³ http://www.construmatica.com/construpedia/Pilotes_Hormigonados_In_Situ consultado el 04 de abril de 2018.

superior un embudo, el cual recibe el concreto vaciado por las ollas, dicha tubería es sujeta por una grúa que la eleva a medida que avanza el colado del elemento y se retiran de tramos de tubería, procurando que el vaciado sea uniforme en toda la volumetría del elemento, eligiendo el revenimiento adecuado.²²⁴

Imagen no. 38.- Colado de pilotes.



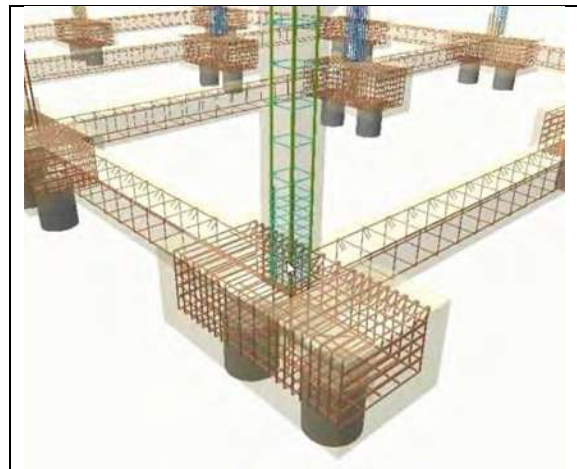
Cada pilote debe ser colado monóticamente, no permitiendo juntas frías en ninguna de sus secciones, es de suma importancia una buena programación de colado para asegurar la calidad de los elementos.²²⁵

Fuente: *Archivo residencia de obra.*

- Descabezado y encepado.

Durante el colado de los elementos, por el mismo contacto del concreto con las paredes del pilote se desprenden algunas partes de tierra, el colado se realiza por la parte central del diámetro del pilote, debido a esto, la escoria va siendo empujada a las orillas y a medida que se ejecuta el colado, el concreto contaminado termina en la parte superior, debido al empuje que efectúa el concreto nuevo.²²⁶

Imagen no. 39.- Encepado de pilotes.



El descabezado consiste en eliminar por medio de la demolición el concreto de baja calidad que queda en la parte superior, quedando así las armaduras al descubierto que se entrelazan al encepado, el cual se define como un elemento constructivo fuertemente armado y robusto, que tiene la función de enlazar estos grupos de pilotes con los pilares, muros estructurales o trabes de liga.²²⁷

Fuente: *EASYCTE*, consultado el 04 de abril de 2018, <http://easycte.com/introduccion-calculo-pilotes/>

El encepado se realiza conectando los dados ubicados en la parte superior de los pilotes y trabes de liga, formando una interconexión de elementos estructurales y

²²⁴ http://img.interempresas.net/docs-ingeopres/2012-01-Hormig_Pilotes_Pant.pdf consultado el 04 de abril de 2018.

²²⁵ Ídem.

²²⁶ <http://www.construmatica.com/construpedia/Encepados> consultado el 04 de abril de 2018.

²²⁷ Ídem.

dando más estabilidad a la subestructura. Este sistema constructivo para la cimentación es utilizado en todos los edificios, a excepción de la casa de máquinas, glorietas y patio de maniobras, así como elevadores.

Las áreas antes mencionadas, no son viables para utilizar este mismo sistema, dado a que el área de construcción de cada una es muy reducido, por lo que se opta por el sistema de muros de concreto armado.

5.1.2.- Estructura.

Toda construcción debe contar con una estructura que tenga características adecuadas para asegurar su estabilidad bajo cargas verticales y que le proporcione resistencia y rigidez suficientes para resistir los efectos combinados de las cargas verticales y de las horizontales que actúen en cualquier dirección.²²⁸

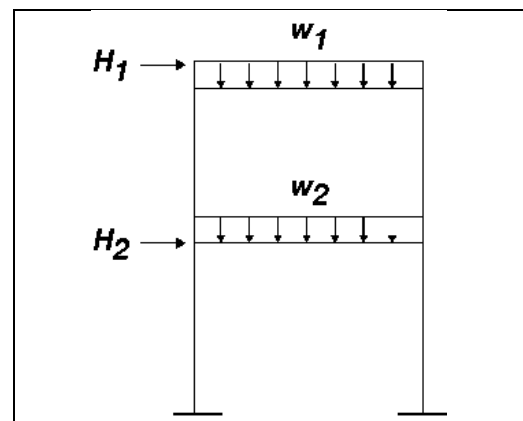
En cada caso particular el análisis, diseño, fabricación y montaje deben hacerse de manera que se obtenga una estructura cuyo comportamiento corresponda al del tipo elegido. Debe prestarse particular atención al diseño y construcción de las conexiones.²²⁹

5.1.2.1.- Estructura metálica por marcos rígidos.

Las estructuras tipo 1 (ver imagen no. 40), comúnmente designadas marcos rígidos o estructuras continuas, se caracterizan porque los miembros que las componen están unidos entre sí por medio de conexiones rígidas, capaces de reducir a un mínimo las rotaciones relativas entre los extremos de las barras que concurren en cada nudo.²³⁰

De manera que el análisis puede basarse en la suposición de que los ángulos originales entre esos extremos se conservan sin cambio al deformarse la estructura. Las columnas son los elementos más conocidos solicitados a compresión.²³¹

Imagen no. 40.- Marco rígido simple



Fuente: AHMSA, 05 de abril de 2018, <http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/MANUAL_AHMSA_2013.pdf>

²²⁸ Secretaría de Gobernación, *Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas*, p. 13.

²²⁹ Ídem.

²³⁰ Ídem.

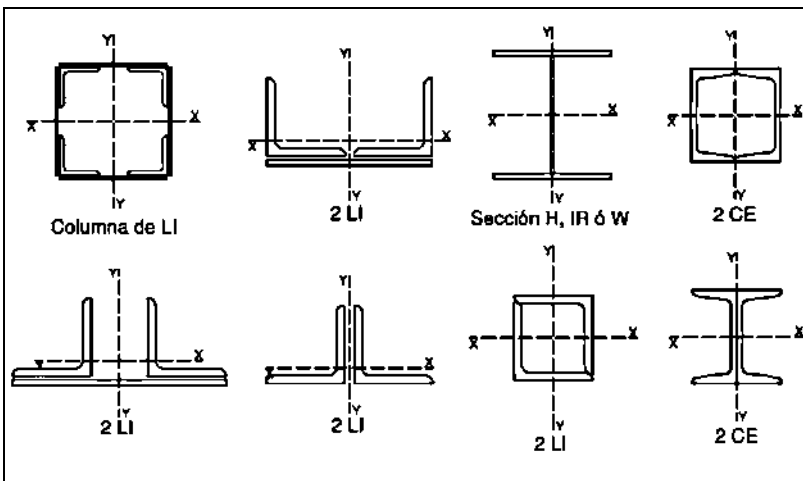
²³¹ Ídem.

La longitud y la sección transversal deberán estar en relación tal que por su magnitud no supere los valores máximos permitidos por los reglamentos para los diferentes materiales y usos. A dicha relación entre longitud y sección transversal se la denomina esbeltez.

Se define columna a todo elemento longitudinal vertical tal que las cargas se descarguen axialmente por éste y cuya esbeltez sea menor de 2.5, es el elemento más propenso a sufrir deformaciones por pandeo²³² (ver imágenes no. 41 y 42).

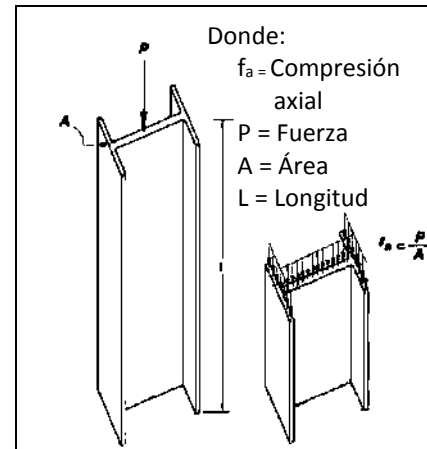
Las columnas reales trabajan en flexocompresión (acción simultánea de flexión y compresión axial) y suelen estar unidas a otros elementos estructurales, de manera que su comportamiento depende de la estructura completa. El estudio de la columna aislada comprimida axialmente constituye un antecedente fundamental para resolver el problema de los elementos estructurales flexocomprimidos.²³³

Imagen no. 41.- Secciones transversales típicas de miembros en compresión axial



Fuente: Gerdau Corsa, 05 de abril de 2018, <http://www.gerdacorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Compression.pdf>

Imagen no. 42.- Miembro en compresión axial



Fuente: Gerdau Corsa, 05 de abril de 2018, <http://www.gerdacorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Compression.pdf>

Las vigas son miembros estructurales muy importantes en la estructura de un edificio, en virtud de que soportan los sistemas de piso simples o compuestos acero - concreto para crear las superficies horizontales útiles del edificio, en las que se desarrollan las actividades propias para las que fue proyectado y construido.²³⁴

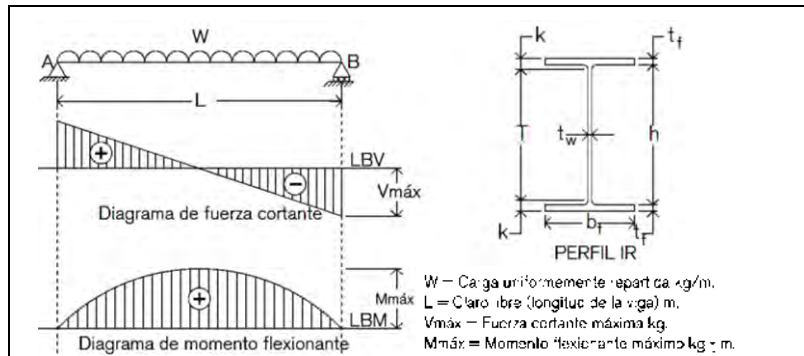
²³² Diez, Gloria, Diseño estructural en arquitectura: introducción, Buenos Aires, Nobuko, 2005, p. 120.

²³³ AHMSA, 5 de octubre de 2015, <http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/MANUAL_AHMSA_2013.pdf>

²³⁴ Gerdau Corsa, 5 de octubre de 2015, <http://www.gerdacorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Flexion.pdf>

Los miembros que están sometidos a esfuerzos de flexión, son elementos estructurales de sección en forma de prisma, colocados por lo general en posición horizontal, soportan cargas de manera perpendicular al eje longitudinal en cualquiera de sus dos sentidos y producen solicitaciones de flexión y cortante²³⁵ (ver imagen no. 43).

Imagen no. 43.- Solicitaciones de una viga típica con carga uniformemente repartida: flexión y cortante

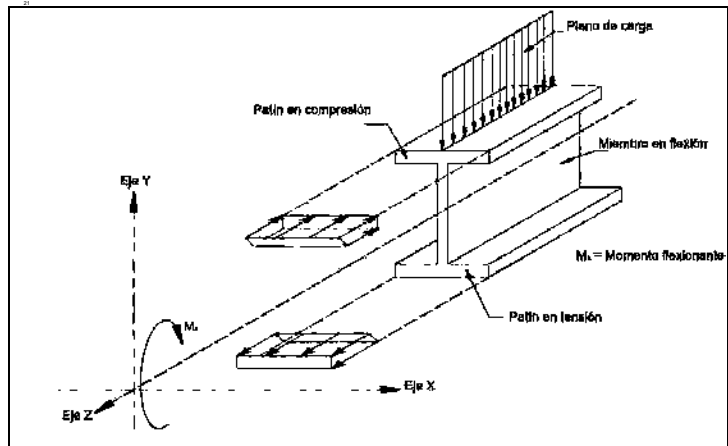


Fuente: *Gerdau Corsa*, 05 de abril de 2018, <http://www.gerdaucorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Flexion.pdf>

Las secciones más apropiadas para resistir flexión son las secciones “I” laminadas. Para vigas sometidas a flexión producida por cargas moderadas se utilizan perfiles estructurales laminados, mientras que para momentos flexionantes de gran magnitud se recurre a miembros armados fabricados con tres placas soldadas y eventualmente al uso de travesaños armados provistas de atiesadores.²³⁶

En la flexión simple sujeta a carga uniformemente distribuida, la carga se aplica en el plano del alma del perfil, produciéndose así, flexión alrededor del eje de mayor momento de inercia de la sección transversal de la viga.²³⁷

Imagen no. 44.- Definición de miembros en flexión



Fuente: *Gerdau Corsa*, 05 de abril de 2018, <http://www.gerdaucorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Flexion.pdf>

La carga pasa por el centro de cortante de la sección, por lo que no produce torsión y las secciones planas permanecen planas después de la flexión²³⁸ (ver imagen no.44).

Las vigas están sujetas a flexión uniaxial y cuando se utilizan perfiles IR se cargan en el plano de simetría correspondiente al de menor momento de inercia. Las secciones armadas de sección transversal distinta a la de los perfiles I se utilizan en

²³⁵ Ídem.

²³⁶ Ídem.

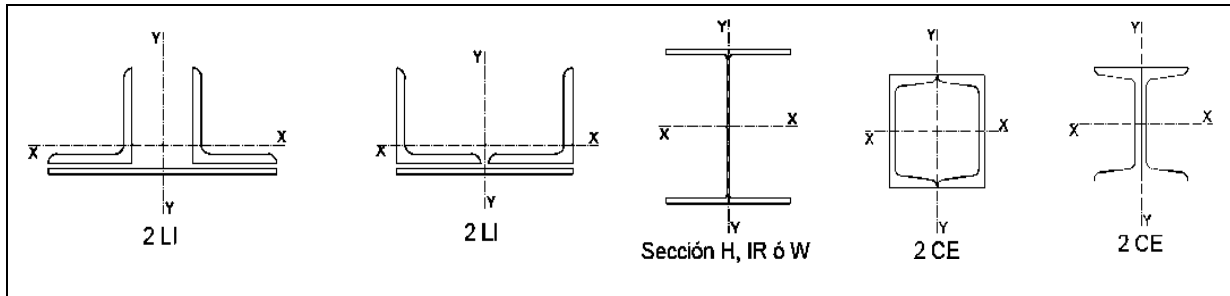
²³⁷ Ídem.

²³⁸ Ídem.

vigas que soportan cargas de gran magnitud que producen momentos flexionantes elevados y que pueden causar pandeo lateral por flexo - torsión.²³⁹

En la imagen no. 45 se muestran los perfiles de uso frecuente en vigas, siendo el más popular los perfiles IR laminados, ya que resisten momentos flexionantes importantes.²⁴⁰

Imagen no. 45.- Secciones transversales típicas de miembros en flexión.



Fuente: *Gerdau Corsa*, 05 de abril de 2018,
<http://www.gerdacorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Flexion.pdf>

La sujeción de las columnas metálicas a la cimentación se hace por medio de placas base, las cuales son elementos que forman parte de la superestructura, deben ser lo suficientemente adecuadas para poder transmitir las cargas de compresión axial de las columnas y los momentos flexionantes, a los cimientos. Cuando una columna se encuentra sujeta solamente a carga directa no presenta problemas especiales.

Por lo general se utiliza una placa de acero para distribuir la carga de la columna a un área suficiente, que permita mantener dentro de los límites permisibles el esfuerzo de aplastamiento de la cimentación de concreto reforzado.

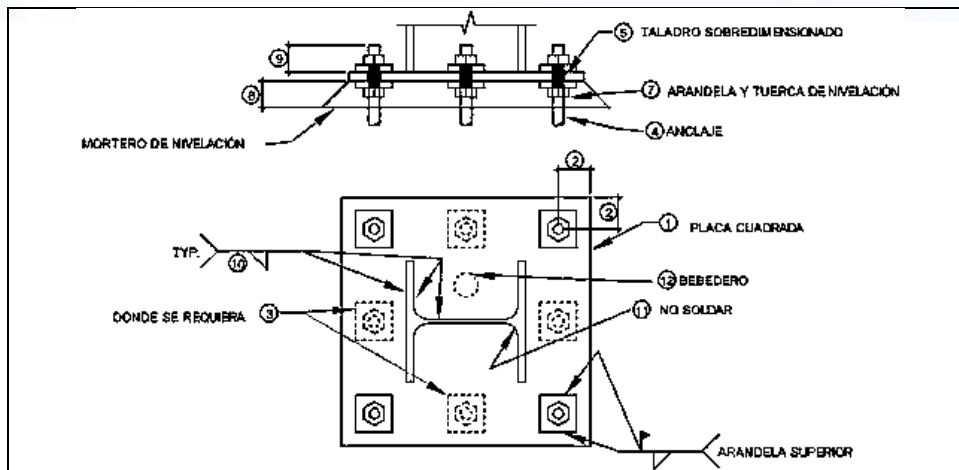
Cuando la columna transmite momento flexionante, se deben usar elementos que sirvan de anclaje y que eviten que la columna se levante, estos elementos son anclas o pernos de anclaje. La carga en la columna se distribuye uniformemente sobre la placa base dentro del rectángulo hipotético. Las secciones a flexión se localizan en los bordes del rectángulo paralelas al eje X o Y de la columna²⁴¹ (ver imagen no. 46).

²³⁹ Ídem.

²⁴⁰ Ídem.

²⁴¹ http://www.gerdacorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Compresion.pdf, consultado el 07 de octubre de 2015.

Imagen no. 46.- Diseño de una placa base



Fuente: *Linked in*, 05 de abril de 2018, <https://www.linkedin.com/uas/login?trk=sentinel_org_block&session_redirect=https%3A%2F%2Fwww.linkedin.com%2Fpulse%2Fdiseno%25C3%25B1o-de-placa-base-alpaca-ingenier%25C3%25ADa>

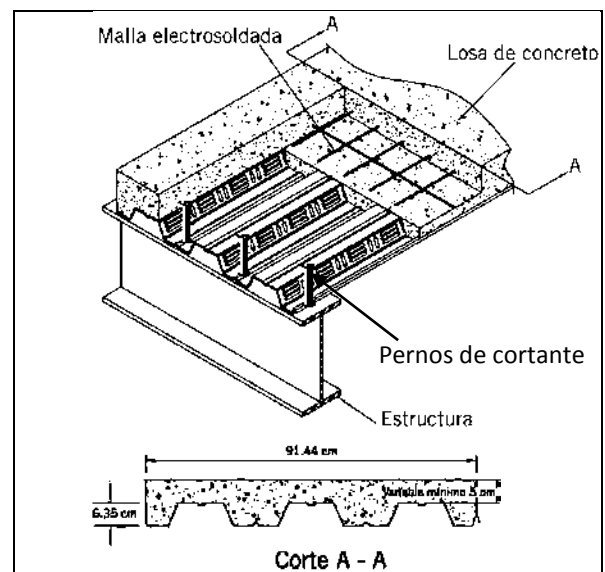
5.1.2.2.- Sistema de losas prefabricadas estructurales (losacero)

Es un sistema de entrepiso metálico que utiliza un perfil laminado diseñado para anclarse con el concreto y formar la losa de entrepiso o azotea. Tiene tres funciones principales según el Steel Deck Institute.²⁴²

La primera es actuar como plataforma de trabajo durante la construcción, o sea sirve como cimbra para el colado, la segunda es proveer el refuerzo positivo por flexión a la losa de concreto y la tercera es proveer resistencia para cargas horizontales.²⁴³

Los elementos que lo conforman son: viga de acero, conectores de cortante, losa (concreto + losacero) y refuerzo por temperatura (malla electrosoldada) que ayuda a resistir las tensiones en el concreto sobre el apoyo²⁴⁴ (ver imagen no. 47).

Imagen no. 47.- Elementos del sistema de losas prefabricadas



Fuente: *Estructuras prefabricadas*, 05 de abril de 2018, <http://epsym.mex.tl/225797_Losa---Acero.html>

²⁴² A partir de aquí SDI.

²⁴³ *Ternium*, 1 de octubre de 2015, <http://www.ternium.com.mx/files/Manual_Ternium_LosAcero.pdf>

²⁴⁴ Ídem.

El perfil metálico contiene indentaciones en las paredes de cada canal que actúan como conectores mecánicos que incrementan la adherencia entre la lámina y el concreto, evita el deslizamiento entre ellos, forma una sola unidad y evita la separación vertical. El concreto actúa como elemento de compresión, rellena los canales del perfil metálico y brinda una superficie plana para los acabados de la losa.²⁴⁵

El sistema es diseñado para soportar la carga muerta completa del concreto antes de fraguar, por lo que la lámina soporta el peso del mismo sirviendo como cimbra. Una vez fraguado el concreto, trabaja en conjunto con el acero como un solo cuerpo estructural. Según sea la separación entre apoyos, el concreto sobre la cresta y el calibre del perfil metálico, se obtienen diferentes capacidades de carga como cimbra.²⁴⁶

De acuerdo a los criterios de cargas temporales, esfuerzos y deflexiones del SDI, se incluyen recomendaciones de máximo claro sin apuntalar. Así se permite trabajar en varios niveles y disciplinas simultáneamente, ahorrando tiempo en edificación.²⁴⁷

Para la construcción de una viga compuesta se puede utilizar el perfil metálico y una viga de acero. Éstas se unen por medio de un dispositivo llamado conector de cortante, creando un solo cuerpo estructural. Así, la losa de concreto se convierte en el patín de compresión de la viga compuesta, mientras que la sección del acero soporta los esfuerzos de tensión.²⁴⁸

Este sistema constructivo para la estructura es utilizado en la gran mayoría de la obra, por las ventajas que anteriormente se explicaron. Las áreas como casa de máquinas, glorietas, patio de maniobras y elevadores continúan con el sistema de concreto armado como se explicó en el apartado de cimentación.

5.1.2.3.- Miembros en compresión axial (armaduras metálicas).

Se considera que trabajan en compresión axial los elementos estructurales como las barras de armaduras trianguladas y de estructuras espaciales o tridimensionales.²⁴⁹

Se definen como estructuras de barras o reticulares a las compuestas por piezas rectas, sólidas y esbeltas; vinculadas entre sí por medio de nudos, de manera que cualquier forma posible resulte de la combinación de sistemas triangulados. Las piezas lineales son aptas para transmitir esfuerzos normales de tracción y compresión paralelos a su eje longitudinal.²⁵⁰

²⁴⁵ Ídem.

²⁴⁶ Ídem.

²⁴⁷ Ídem.

²⁴⁸ Ídem.

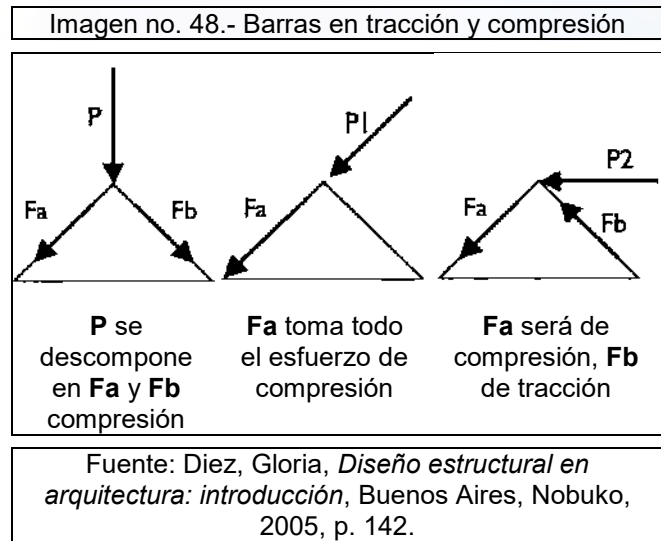
²⁴⁹ *Gerdau Corsa*, 7 de octubre de 2015,

<http://www.gerdaucorsa.com.mx/articulos/Miembros_en_Compresion.pdf>

²⁵⁰ Diez, Gloria, op. cit., p. 141.

Las barras triangularmente ensambladas forman una composición estable (ya que el triángulo es indeformable para cargas que actúan en su plano) y completa en sí misma que es capaz de recibir cargas y transmitir las a los apoyos²⁵¹ (ver imagen no. 48).

La principal ventaja de estas estructuras es la notable resistencia a la acción de distintas cargas de servicio en relación con su peso propio. Se las utiliza en luces pequeñas y medianas, pero su aplicación se impone en los casos que se deban salvar grandes espacios entre apoyos y al no necesitar encofrados resulta también económico.



En el mecanismo de desviación de cargas se produce una descomposición vectorial en cada nudo, por lo que cada barra será la materialización de un vector que lleva la carga al apoyo, conformando triángulos como solución para evitar la deformación del sistema general. Las fuerzas deben aplicarse en los nudos, su aplicación a lo largo de la barra puede producir flexión en ella.

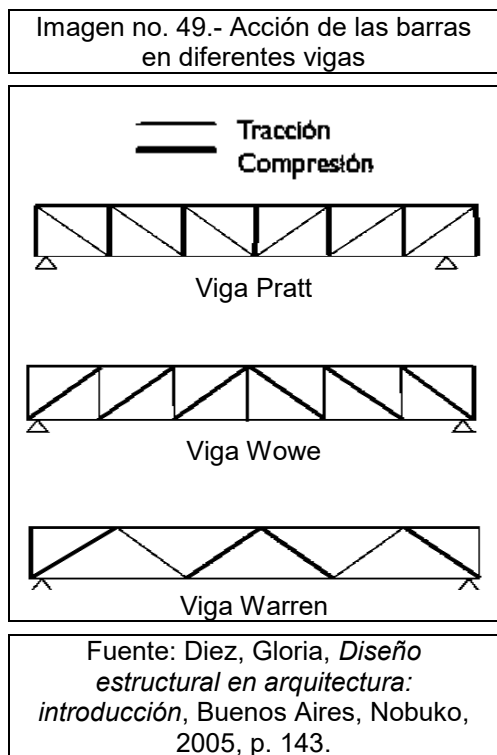
Al aplicar fuerzas a lo largo de las barras, se debe tener la precaución de agregar montantes o diagonales en el sistema a fin de acortar la luz de pandeo (ver imagen no. 49) y recomponer el sistema de modo tal que el punto de aplicación se convierta en un nuevo nudo. Las barras se consideran articuladas, ya que solo así es posible transmitir fuerzas, sin permitir el giro o momento flector dentro de dicho sistema.²⁵²

Generalmente se trabaja basándose en determinadas hipótesis:

- Las cargas se consideran actuando exclusivamente en los nudos.

²⁵¹ Ídem.

²⁵² Ibídem, p. 142.



- Estos nudos se consideran articulados.
- Las barras están solicitadas a tracción y compresión, según sea su posición y la dirección de la carga.²⁵³

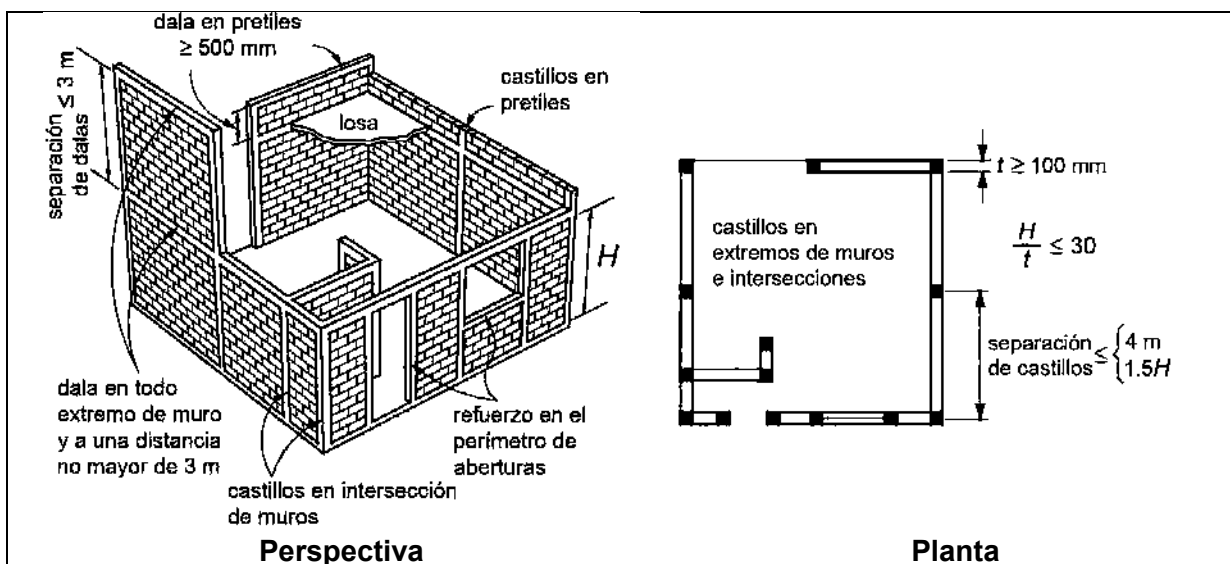
Este sistema constructivo es utilizado en las áreas del hospital que funcionan como domos, patios interiores, interconexiones entre edificios y vestíbulos de diferentes frentes, debido a que se requiere salvar grandes distancias sin apoyos intermedios. También se aplica en el frente de consulta externa, pero esta vez en forma perpendicular o vertical para formar una celosía metálica como parte de la fachada.

5.1.3.- Albañilerías

5.1.3.1.- Muros confinados

La mampostería confinada se considera el sistema constructivo más utilizado en nuestro medio principalmente en zonas sísmicas. Consiste en rodear perimetralmente al muro de carga con elementos de concreto reforzado (castillos y dalas) de secciones transversales pequeñas, para darle un confinamiento que mejora su ductilidad y le permite soportar repeticiones de carga lateral sin deteriorarse excesivamente.

Imagen no. 50.- Requisitos para mampostería confinada



Fuente: Fundación ICA, A.C., *Edificaciones de mampostería para vivienda*, México, D. F., 2003, p, 78.

²⁵³ Ídem.

Las dimensiones transversales de los castillos y dalas varían entre los países; en México el ancho de los castillos y dalas es igual al espesor del muro. El peralte típico de castillos y dalas es de 15 y 25 cm. respectivamente²⁵⁴ (ver imagen no. 50).

Este sistema constructivo para albañilerías es utilizado en todo el hospital, a excepción de las áreas que se han venido mencionando y ratificando, las cuales utilizan el sistema de concreto armado desde la cimentación, estructura y ahora albañilerías.

5.1.4.- Instalaciones.

5.1.4.1.- Instalaciones hidráulicas.

Son un conjunto de tuberías y conexiones de diferentes diámetros y materiales para alimentar y distribuir agua dentro de la construcción. Esta instalación surtirá de agua a todos los puntos y lugares de la obra arquitectónica que lo requiera, de manera que este líquido llegue en cantidad y presión adecuada a todas las zonas húmedas de esta instalación y también constará de muebles y equipos.²⁵⁵

Para el hospital, se emplea el sistema hidroneumático, su función es llevar el agua de la cisterna hacia un tanque donde se mezcla con aire a presión, que la impulsará hacia cada uno de los muebles sanitarios del edificio. La presión del líquido se mantendrá constante y no será necesario tener tanques elevados.²⁵⁶

5.1.4.2.- Instalaciones sanitarias.

La instalación sanitaria tiene por objeto la recolección de las aguas residuales (aguas jabonosas, aguas grasas, aguas negras) que se desechan en baños, cuartos de lavado y cocinas; estas aguas serán conducidas a las redes municipales.²⁵⁷

Deben proyectarse y construirse, procurando sacar el máximo provecho de las cualidades de los materiales empleados e instalarse en la forma más práctica posible, de modo que se eviten reparaciones constantes e injustificadas, previendo un mínimo mantenimiento, el cual consistirá en condiciones normales de funcionamiento en dar la limpieza periódica requerida mediante registros.²⁵⁸

²⁵⁴ Secretaría de Gobernación, sistema nacional de protección civil, *Curso sobre diseño y construcción sismorresistente de estructuras*, México D. F., Impretel, S. A. de C. V., 1999, p. 298.

²⁵⁵ <http://www.arqhys.com/arquitectura/hidraulicas-instalaciones.html> consultado el 06 de abril de 2018.

²⁵⁶ Ídem.

²⁵⁷ Ídem.

²⁵⁸ Ídem.

5.1.4.3.- Instalaciones eléctricas.

Son el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica de una manera segura y eficiente, desde el punto de suministro hasta los equipos o áreas requeridas. Las instalaciones pueden ser aparentes (en ductos o tubos), ocultas (en paneles o falsos plafones) o ahogadas (en muros, techos o pisos).²⁵⁹

5.1.4.4.- Instalaciones de aire acondicionado.

Los sistemas de aire acondicionado permiten crear un clima artificial en el interior de un edificio. De acuerdo a las necesidades, en ciertos momentos se deberá producir calor y en otros frío, para generar un ámbito de temperatura agradable. El aire confinado debe cumplir con una serie de condiciones de confort y habitabilidad considerando temperatura, humedad y control por las presencia de otros gases en el aire.

En principio deben considerarse una serie de factores que inciden en la temperatura interior, tendrán que considerarse ciertos aspectos que inciden para la elección del sistema y el cálculo correspondiente tales como:

- Radiación Solar

La energía solar ingresa por radiación dentro del edificio penetrando por ventanas y cristaleras; ello genera una gran cantidad de calor que se eliminará mediante refrigeración. Para controlar estas radiaciones, se puede contar con cortinas exteriores y parasoles, destinadas a atenuar el paso de luz y calor. Para refrigerar un edificio, siempre costará más enfriar una fachada orientada al sur en verano (aunque en invierno será más cálido y agradable, fácil de entibiar por la influencia de la radiación solar).

- Iluminación Interior

Las luminarias no solo producen luz, sino también calor; por ello debe tenerse en cuenta este aspecto.

- Ocupación por superficie

También las personas desprenden calor, por esta razón se debe diferenciar entre un auditorio o un cine, donde puede reunirse una gran cantidad de personas por m², muy diferente de una sala de exposiciones, por ejemplo. Ciertos parámetros inciden negativamente para la refrigeración de espacios en verano, pero ayudan para

²⁵⁹ <https://descubriendolaingenieriaelectromecanica.wikispaces.com/INSTALACIONES+ELECTRICAS> consultado el 07 de abril de 2018.

calefaccionar en invierno. Teniendo en cuenta todos estos datos, y otros más, de acuerdo a las características del edificio y al destino, podrá efectuarse el cálculo de necesidades térmicas.

5.1.4.5.- Instalaciones de telecomunicaciones.

Las instalaciones de telecomunicaciones son un conjunto de sistemas que permiten la transmisión y recepción de señales de cualquier naturaleza, típicamente electromagnéticas, que contengan signos, sonidos, imágenes o, en definitiva, cualquier tipo de información que se desee comunicar a cierta distancia.²⁶⁰

Gran parte de estas tecnologías, nacieron para satisfacer necesidades de los derechohabientes y usuarios del inmueble. Los sistemas de instalaciones que constituyen la ingeniería de telecomunicaciones del hospital son las siguientes, cabe mencionar que son independientes, por lo que existen canalizaciones y cableado para cada una:

- Sistema de control de accesos.
- Circuito cerrado de televisión vigilancia.
- Sistema de detección de incendio.
- Sistema enfermo enfermera.
- Administración de pacientes HL7.
- Sistema de radiocomunicación.
- Sistema de identificación por radiofrecuencia.
- Sistema de sonido.
- Telefonía (IP), informática (datos) e imagenología.
- Sistema de telemedicina y videoconferencia.
- Sistema de televisión fomento a la salud y entretenimiento.

5.1.4.6.- Instalaciones de gases medicinales.

Este sistema consiste en usar gases o mezclas de ellos a entrar en contacto directo con el organismo humano, utilizados en tratamientos y procedimientos médicos. Por lo general se aplican principalmente estos gases:

- Aire medicinal.
- Oxígeno medicinal.

²⁶⁰ <https://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n> consultado el 07 de abril de 2018.

- Óxido nitroso.
- Dióxido de carbono.
- Nitrógeno gaseoso.
- Nitrógeno líquido.
- Helio gaseoso.
- Helio líquido.
- Vacío medicinal (es el único que no es gas medicinal).²⁶¹

5.1.4.7.- Instalaciones de gas natural.

Las instalaciones de gas son un conjunto de redes y equipos fijos, encargados de distribuir y suministrar eficientemente de esta sustancia a los equipos que así lo requieran para garantizar la utilización de manera adecuada. Las áreas a las que se distribuye esta sustancia son principalmente laboratorios, área de lavandería y cocina.

5.1.4.8.- Sistema neumático de envío.

Los hospitales son sistemas muy complejos que desempeñan infinidad de tareas, las cuales siempre son urgentes al estar en juego la salud de la gente. La combinación de velocidad y confiabilidad de los medios de transporte utilizados dentro del hospital los proporciona el sistema neumático de envío.²⁶²

Dado que los médicos y enfermeras deben de estar dedicados a la atención del paciente, el sistema neumático de envío transporta todos los objetos de tamaño pequeño y mediano. Este sistema no sólo ahorra tiempo sino espacio: los laboratorios pueden centralizarse y los inventarios de farmacia pueden reducirse.²⁶³

Aún más, los sistemas neumáticos de envío ayudan a mejorar la eficiencia al evitar que el personal tenga que desplazarse de un lugar a otro en lugar de atender sus tareas. Dependiendo de las condiciones estructurales el sistema puede instalarse por fuera o por dentro de las paredes. Otros factores como la capacidad del sistema y el peso y tamaño de la carga se toman también en consideración.²⁶⁴

El sistema hospitalario neumático de envío transporta cualquier cosa que quepa en el tubo de transporte desde medicinas hasta placas de RX. Al hacer esto el sistema neumático de envío conecta de forma directa todos los departamentos del hospital

²⁶¹ <http://grupoinfra.com/productos/gases/gases-grado-medico> consultado el 09 de abril de 2018.

²⁶² <http://www.aramed.com.mx/Sistema%20Neumatico.pdf> consultado el 09 de abril de 2018.

²⁶³ Ídem.

²⁶⁴ Ídem.

como banco de sangre, enfermería, admisión, departamentos diversos de atención al paciente, laboratorio, por mencionar algunos.²⁶⁵

5.1.5.- Acabados.

En esta etapa se encuentran los trabajos que han de dar el terminado final a la obra, entre ellos se encuentran: recubrimientos pétreos o vítreos en pisos y muros, texturas en muros, pintura en muros y plafones, por mencionar algunos. También se encuentran aquellos conceptos que aunque no forman el acabado final, están fuera de las albañilerías u obra negra y forman parte de la obra gris.

5.1.5.1.- Muros de panel de yeso

Los sistemas de muros divisorios se forman con bastidores metálicos, que se arman con los canales de amarre y postes metálicos; el calibre y sección dependerán de la altura y rigidez que requiera el muro por su uso. En general, los bastidores metálicos deben fijarse firmemente a la estructura principal del edificio mediante anclajes que sujetan los canales de amarre inferior al piso y superior a la losa.²⁶⁶

La formulación de los tableros y número de capas se determinan conforme a los requerimientos de altura, resistencia contra fuego, aislamiento acústico o resistencia a la humedad del sistema de muro divisorio. Dentro del bastidor entre postes, se puede incluir una colchoneta de fibra de vidrio para elevar el desempeño acústico del muro. Finalmente se colocan los accesorios necesarios y se realiza el tratamiento de juntas de acuerdo al acabado final que recibirá el muro.²⁶⁷

Existen tres tipos de muros en general:

- Sistemas de bastidor sencillo con forros por las dos caras.

Se realiza mediante el sistema tradicional para muros divisorios entre dos locales, colocando el bastidor metálico para posteriormente forrar por ambas caras.

- Sistemas de bastidor sencillo con forros a una cara (lambrín).

Los sistemas de lambrín se usan generalmente para ocultar muros existentes que ya están muy maltratados, en remodelaciones, o bien como solución alterna a los aplanados de yeso o mortero tradicionales tan comunes en el interior de las edificaciones residenciales.

²⁶⁵ Ídem.

²⁶⁶ https://www.usg.com/content/dam/USG_Marketing_Communications/mexico/product_promotional_materials/finished_assets/manual-tecnico-usg-tablaroca-es.pdf, consultado el 06 de abril de 2018.

²⁶⁷ Ídem.

- Sistemas de bastidor doble (muro ducto).

Los muros-ducto pueden especificarse por diversas razones: para alcanzar alturas que no se logran con un bastidor sencillo, para alojar diversas instalaciones en su interior, para elevar el nivel de aislamiento acústico, o bien por diseño cuando lo que importa es obtener un muro de un ancho específico.²⁶⁸

Para determinar el tipo de bastidor en función de la altura libre del muro, se debe considerar si el sistema de bastidor quedará sujeto a las estructuras principales del edificio en su desplante y en el remate superior, el uso que se le va a dar al muro y el acabado final que recibirá. Estas propiedades ayudan a definir la rigidez, ya que los sistemas tienen la ventaja de ser flexibles, lo que ayuda a resolver diferentes diseños.²⁶⁹



5.1.5.2.- Plafón de panel de yeso

El sistema de plafón corrido se compone de un bastidor metálico que se suspende en losas, cubiertas o estructuras con alambre galvanizado, armado con canaletas de carga y canales listón. Este bastidor recibe los tableros de yeso que se fijan con tornillos, para después aplicar el tratamiento de juntas.²⁷⁰

Terminado, el sistema presenta una apariencia uniforme, sin juntas y listo para recibir cualquier acabado. Con estos sistemas se pueden resolver problemáticas como el ocultar instalaciones y tuberías, proteger instalaciones contra fuego, aislamiento térmico si se instala bajo cubiertas ligeras, o bien aislamiento acústico.²⁷¹

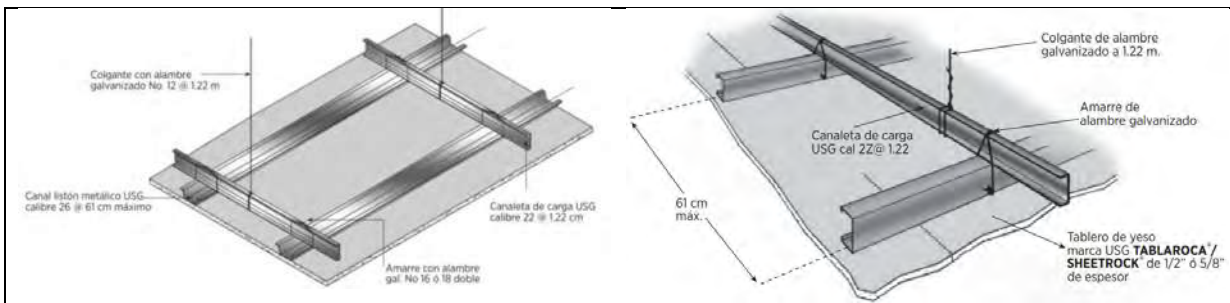
²⁶⁸ Ídem

²⁶⁹ Ídem.

²⁷⁰ Ídem.

²⁷¹ Ídem.

Imagen no. 52.- Sistema de plafón liso



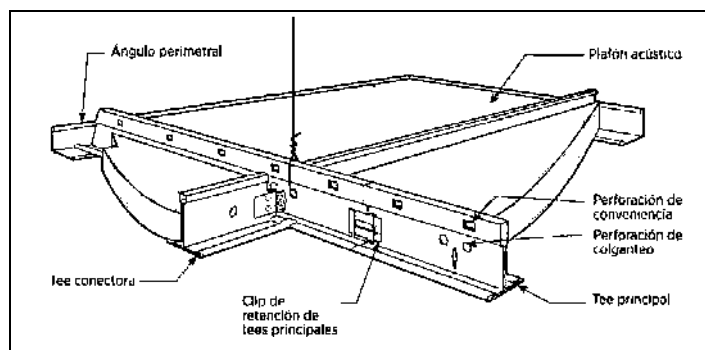
Fuente: USG, 06 de abril de 2018, <https://www.usg.com/content/dam/USG_Marketing_Communications/mexico/product_promotional_materials/finished_assets/manual-tecnico-usg-tablaroca-es.pdf>

5.1.5.3.- Plafón acústico (plafón modular)

El sistema de plafón modular se compone de la suspensión y el panel. A diferencia con el plafón liso, este tiene expuesta la suspensión, los elementos que la conforman se intersectan entre sí formando módulos que posteriormente reciben los paneles.

La parte expuesta de la suspensión, así como el panel mismo, cuentan con su acabado final y pueden ser desmontados con facilidad. Por su conformación de módulos, pueden servir como registros para instalaciones, ya que se pueden montar y desmontar sin problemas, permitiendo la revisión o modificación de instalaciones que queden ocultas por el plafón.

Imagen no. 53.- Sistema de plafón acústico.



Fuente: USG, 06 de abril de 2018, <https://www.usg.com/content/dam/USG_Marketing_Communications/mexico/product_promotional_materials/finished_assets/manual-tecnico-plafones-2016-es-plf021.pdf>

5.1.6.- Jardinería.

Es el conjunto de actividades para llevar a cabo el sembrado de pasto, arboles, arbusto o especies vegetales de otro tipo, entre sus objetivos se encuentran definir e integrar espacios exteriores e interiores, de protección contra el sol y viento, o simplemente la vegetación puede ser de ornato.²⁷²

²⁷² Instituto Mexicano del Seguro Social, Guías técnicas de construcción Tomo 1 Obra Civil, México D.F., 2004, p. 225.

La vegetación debe ser perfectamente adaptable a las condiciones presentes y futuras de suelo, microclima, ambiente, interrelación con otros servicios y prioridades reales de riego. Una zona puede tener características ecológicas muy distintas a las de su entorno.²⁷³

Debe haber adecuación natural de la rusticidad, forma y tamaño al ancho de vereda, calle y longevidad con hojas pequeñas o medianas (para evitar taponamientos) caducas de caída rápida, follaje semidenso (para tener luz sin sol). No conviene que el ejemplar tenga elementos carnosos (higiene, patinadas) o peligrosos (espinas, frutos grandes), raíces superficiales o ramaje frágil. Debe evitarse la excesiva variación de especies en tramos cortos, por razones estéticas y para poder unificar tratamientos.²⁷⁴

5.1.7.- Urbanización.

Los trabajos que comprenden la urbanización son un conjunto de obras que se realizan fuera de los edificios, para complementar y mejorar su funcionamiento, y con fines de protección, movilidad y accesibilidad al hospital. Consisten básicamente en elementos como pavimentos, plazas, guarniciones, banquetas, bardas, arriates y obras de apoyo.²⁷⁵

Durante el proceso de construcción, la residencia de obra del IMSS estableció un estricto seguimiento y control de la ejecución de los trabajos, así como por medio de los informes de supervisión de obra y las labores de verificación hechas por la supervisión externa y supervisión de proyectos.

²⁷³ <http://www.universidad.com.ar/como-elegir-que-arbol-plantar> consultado el 09 de abril de 2018.

²⁷⁴ Ídem.

²⁷⁵ Instituto Mexicano del Seguro Social, *op.cit.*, p. 218.

Capítulo 6

Memoria descriptiva

La memoria descriptiva tiene la función de complementar la información (sobre todo técnica) que aparece en los planos que son una herramienta visual. En esta, podemos hacer referencia a los detalles técnicos de la obra de un modo escrito y más explícito, partiendo desde lo más general del proyecto hasta lo más particular y específico, los planos pueden hacer referencia a la memoria descriptiva para aclarar ciertas especificaciones que sean bastante extensas para incluirlas en los planos.

A continuación se describen los trabajos realizados para el desarrollo de la construcción del hospital, de una manera concisa desarrollando el tema y considerando solamente las características particulares del proyecto.

6.1.- Preliminares.

Los preliminares de la obra se refieren a los aspectos que previamente se deben considerar para la ejecución de los trabajos, uno de los principales fue el estudio de mecánica de suelos con el cual se dictaminó mediante un análisis, el tipo de material que compone el terreno donde se ejecutó la obra.

El proceso consistió en tomar muestras del suelo del terreno para que mediante el análisis en laboratorio, se determinaran sus componentes. Con el resultado se determinó la capacidad de carga del terreno, las precauciones y recomendaciones a considerarse para realizar el cálculo y diseño estructural.

De no considerarse un estudio del suelo, se corría el riesgo de sobrepasar los límites de la capacidad resistente del terreno, provocando deformaciones mediante esfuerzos sobre los elementos estructurales, que a su vez serían capaces de producir deformaciones, fisuras, grietas o desplomes en la estructura, ocasionando varios problemas que van desde la inutilización del inmueble hasta el colapso del mismo.

La primera acción a ejecutar fue el reconocimiento de terreno (ver imágenes no. 54 y 55), mediante este se conocieron aspectos generales como rutas de acceso, accesibilidad, clima, entorno natural, urbano y socioeconómico, en lo particular del terreno se conocen aspectos propios como la pendiente, orientación, acceso principal, estado del terreno y se verificó si contaba con los servicios de urbanización (drenaje, agua potable, electricidad).

Se realizó el despalme del terreno por medios mecánicos mediante retroexcavadoras (ver imagen no. 56), las cuales retiraron la maleza vegetal como zacate y arbustos, para de esta manera tener un terreno limpio sobre el cual comenzar

los trabajos. Enseguida se realizó el trazo y nivelación del terreno (ver imagen no. 58), con equipos topográficos.

De esta manera se delimitó el terreno, ubicando los vértices y el trazo de origen, el cual es la referencia general para comenzar la ejecución de los trabajos posteriores. A la par se construyeron las oficinas de las diferentes entidades que participaron en el desarrollo del proyecto, es decir los campamentos de: la residencia de obra IMSS, gerencia de proyecto, supervisión externa y la constructora.

Así mismo se construyó la bodega de materiales de la constructora, así como bodegas de contratistas, enfermería, comedores, sanitarios, laboratorio y campamento de brigada de seguridad e higiene (ver imagen no. 57). Las obras mencionadas anteriormente fueron provisionales y se ubicaron en zonas que no interfirieron con el desarrollo de la obra, por lo general se desarrollan en áreas jardinadas.

Para tener el control del acceso de materiales y personal fue necesario ubicar una sola entrada y salida, por lo que se construyó el muro perimetral conforme a proyecto (ver imagen no. 59), las bardas que colindaban hacia el norte, oriente y sur se construyeron a base de zapatas corridas de concreto armado y block cara de piedra a una altura promedio de 3 m., de esta manera quedó protegida la construcción tanto física como visualmente.

La barda orientada hacia el sur colinda con la Avenida Tres Marías y es donde se ubica el acceso principal, se construyó con zapata corrida de concreto armado en su cimentación, mientras que para el muro se utilizó herrería a base de perfil metálico redondo de 4" de diámetro y $\frac{3}{4}$ " de espesor, quedando protegido el hospital físicamente en todo su perímetro.

Para el arranque de obra se contó con la presencia de varios funcionarios del IMSS, así como gerentes y directores generales de las distintas entidades que participaron en el desarrollo del proyecto y su construcción, para darle formalidad se realizó una minuta con la información del recorrido la cuál firmaron cada uno de los principales integrantes.

Como nota general, es necesario aclarar, que todos los trabajos que se ejecutaron, fueron siempre bajo la previa autorización de la supervisión externa y la residencia de obra IMSS, el procedimiento en general fue entregar a la supervisión externa la solicitud por escrito para la autorización de la ejecución de los trabajos correspondientes.

Para poder entregar dicha solicitud, los trabajos debían de ejecutarse conforme a proyecto, además de cumplir con la normatividad de construcción del instituto. Como instrumento válido y oficial para la comunicación entre todas las partes encargadas de la construcción y desarrollo de la obra, se utilizó la bitácora de obra, que por disposición del instituto, se realizó electrónicamente.

Imagen no. 54.- Reconocimiento del terreno.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 55.- Reconocimiento del terreno por todas las partes involucradas en su desarrollo.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 56.- Despalme y deshierbe del terreno.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 57.- Construcción de obras adicionales como oficinas y bodegas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 58.- Trazo de ejes, referencias y nivelación.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 59.- Construcción de muro perimetral.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.2.- Cimentación.

La cimentación de los edificios se realizó a base de pilotes, ubicando su centro mediante equipo topográfico en el terreno, por la complejidad de estos trabajos, se requirió de maquinaria especializada. Se contrataron perforadoras para realizar la excavación de pilas (ver imagen no. 60) y grúas para la suspensión de armadura durante el colado de los pilotes (ver imágenes no. 61 y 62).

Fue necesario entrelazar los pilotes entre sí mediante el acero propio de cada elemento, para lo cual se demolió la parte superior del pilote para retirar el concreto contaminado y dejar expuesta la armadura (ver imagen no. 63). Posteriormente se ejecutó el encepado, entrelazando la armadura de las trabes de liga con el armado expuesto de los pilotes, conformando así una sub-estructura más sólida y estable (ver imagen no. 64).

Las trabes de liga o contratrabes tuvieron la función de formar un marco que interconecta los pilotes, el procedimiento constructivo consistió en realizar las excavaciones por medios mecánicos, seguida de la nivelación y compactación del terreno con bailarina, para después tender una plantilla de concreto pobre sobre la cual se colocó el acero de la trabe y finalmente cimbrar y colar.

La mano de obra contratada fue especializada, ya que se requirieron oficiales ferreros, los cuales se encargaban de armar los elementos estructurales según especificaciones. Los oficiales carpinteros de obra negra, se encargaron de realizar los tableros para cimbrar los distintos elementos, asegurando la cimbra de manera que al colarse esta no se deformara.

El cimbrado de las contratrabes fue con acabado aparente, ya que de esta manera se formaron grandes tableros de una pieza con triplay de 19 mm y barros de madera, a diferencia de la cimbra común con tarimas, con lo que se logró economizar tiempo de ejecución y obtener una superficie uniforme.

Durante el colado de los elementos estructurales superficiales como trabes de liga, dados, zapatas, muros de contención, firmes y losas, se utilizó un vibrador de concreto para eliminar los espacios que pudieran quedar entre los agregados evitando la exposición del acero y debilitamiento de la estructura.

La cimentación de los diferentes elementos fue de concreto armado, evitando siempre los muros de tabicón o rodapié, con la finalidad de asegurar una mayor resistencia.

Imagen no. 60.- Perforación de pila.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 61.- Colocación de armadura (jaula) en pozo.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 62.- Colado de pilote.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 63.- Descabezado de pilote.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 64.- Encepado de pilote y trabe de liga.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 65.- Colocación de placa base.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.3.- Estructura.

Posterior a la cimentación realizaron los trabajos relacionados a la estructura metálica, en esta parte del proceso se ejecutaron dados de cimentación colocados al centro de la columna, para asegurar la conexión de la estructura metálica a la cimentación, se colocó una placa de acero la cual se ancló al armado del dado (ver imagen no. 65).

Entre el dado de cimentación y la placa de acero se dejó una separación de 5 a 7 cm, los cuales se rellenaron con grout para darle estabilidad a la placa de acero (ver imagen no. 68). La fabricación de las columnas metálicas se realizó en taller para asegurar la calidad de los trabajos, debido a que son elementos prefabricados de más de 10 metros se utilizaron grúas para hacer el izamiento de las columnas (ver imagen no. 66).

Las vigas de acero descansan sobre placas de acero soldadas a la columna (ver imagen no. 67), en sentido horizontal para que la viga descansa sobre ella y en sentido vertical para asegurar la sujeción, evitar torsión y restringir el movimiento. La conexión entre las vigas y las columnas se hizo mediante pernos estructurales colocados en perforaciones hechas a la viga y a las placas de anclaje, estos pernos son apretados mediante torque (ver imagen no. 70).

La formación de marcos rígidos se hizo conectando los elementos verticales (columnas) mediante elementos horizontales (vigas principales) (ver imagen no. 69). Una vez que se conformó el marco se colocaron vigas secundarias conectadas a las vigas principales para acortar claros y poder soportar la lámina galvanizada sin que hubiera deformaciones, dicha lámina forma parte del sistema conocido como losacero (ver imágenes no. 71 y 72).

La colocación de la lámina galvanizada sobre los patines de las vigas se aseguró mediante conectores o pernos de cortante, que iban soldados a la estructura y al perfil laminado (ver imagen no. 73). Una vez colocada la lámina galvanizada que sirvió como cimbra, se realizaron los ductos de instalaciones, mediante el corte de la lámina en frío, evitando realizarse oxicorte, ya que el calor provoca debilitamiento de la lámina por temperatura.

Posteriormente se colocó una malla electrosoldada la cual sirvió como refuerzo por temperatura que ocasiona el concreto sobre la estructura (ver imagen no. 74). Antes de realizar el vaciado de concreto, se verificó que todos los pernos de cortante estuvieran firmemente soldados, además de ratificar con los residentes de instalaciones que los pasos fueran los indicados por el proyecto con la finalidad de evitar demoliciones posteriormente.

Todos los colados realizados en la obra para cualquier elemento estructural, fueron aprobados por la supervisión externa mediante la firma de una solicitud de

colado que se realizaba con 24 horas de anticipación (ver imagen no. 75). Una de las condiciones de la residencia de obra IMSS era colar losas monolíticamente, es decir, colar la mayoría o totalidad del elemento, para evitar la creación de juntas frías.

El contrato de obra especificaba que se debía utilizar concreto premezclado de planta para todos los elementos de cimentación y estructura, además se determinó que el concreto debería ser suministrado por las empresas CEMEX o APASCO, por tener certificación, presencia a nivel nacional y décadas de experiencia, impidiendo de esta manera, la participación de empresas locales.

Previo al colado de la losacero, se reunían los laboratorios de la contratista y de la supervisión externa, para tomar muestras y realizar las pruebas de resistencia a la compresión y revenimiento, una vez aprobado se realizaba el colado de las losas, que por lo regular se hacía con pluma, ya que muchas losas se ubicaban varios metros arriba del nivel del terreno.

Una vez que el concreto no se deformara al tacto, se aplicaba curacreto para formar una capa grasosa que evita la evaporación del agua por calor y así evitar que el concreto perdiera resistencia por la deshidratación. Este procedimiento se siguió para colar las losas de todo el hospital.

Debido a la magnitud de la obra y al número de niveles, se trabajaron simultáneamente diferentes procesos constructivos en un solo edificio, por ejemplo, mientras se seguían colocando vigas secundarias en los niveles superiores (1ero, 2do, 3ero y azotea), en el sótano 2, sótano 1 y planta baja se colocaban las láminas de losacero así como ductos de instalaciones.

El colado de la losacero se realizó hasta que la estructura principal estuvo colocada, para evitar que por movimientos posteriores de los elementos estructurales se dañara el concreto. Una vez colada la losacero, se iniciaron los trabajos de instalaciones que iban suspendidas por debajo de la losa mediante soportes, quedando ocultas al colocarse el falso plafón.

Por normatividad del IMSS y por seguridad el inmueble, se le dió un tratamiento de pintura retardante al fuego a los elementos estructurales como columnas, vigas y fondo de losacero (ver imagen no. 75). Los trabajos se ejecutaron conforme a especificaciones de proyecto, aplicando los espesores de pintura autorizados y posteriormente se realizaron pruebas de resistencia de temperatura de la pintura.

Éstas fueron realizadas previo a la aplicación del producto en la estructura, sobre elementos ajenos a ella para evitar que se debilitaran los elementos por acción del calor. La prueba consistió en colocar la pintura sobre una placa metálica del mismo espesor al de las columnas, verificando que el producto estuviera seco y que el espesor de la pintura fuera el correcto, se aplicó fuego sobre la cara de la placa con pintura mediante un soplete, se realizaron mediciones de la temperatura sobre ambas caras, además de verificarse la temperatura del calor aplicado a la placa.

Imagen no. 66.- Izamiento de columnas mediante grúa.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 67.- Soldado de columna metálica a placa base.



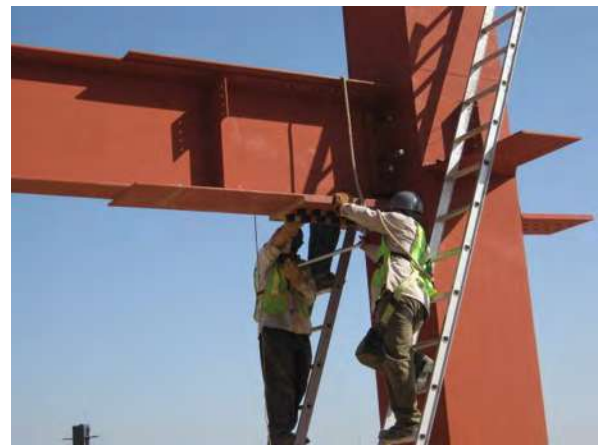
Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 68.- Colado de grout entre placa base y dado de cimentación.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 69.- Colocación de vigas principales.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 70.- Apretado de tuercas entre vigas y placas soldadas a columnas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 71.- Estructura metálica a base de columnas, vigas principales y vigas secundarias.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 72.- Colocación de láminas galvanizadas en entrepisos.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 73.- Colocación de pernos de cortante entre lámina y estructura.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 74.- Colocación de malla electrosoldada en losacero.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 75.- Colado de losacero.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 76.- Aplicación de primario en losacero para recibir pintura intumescente.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 77.- Estructura metálica en puentes y domos de interconexión entre edificios.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.4.- Albañilerías.

La obra de albañilería se ejecutó posterior al colado de la losa, debido a que el sistema de losacero funcionaba como cimbra no se ocuparon puntales, quedando el claro libre para poder trabajar tanto obra civil como instalaciones.

El sistema constructivo fue el tradicional, a base muros de tabique rojo recocido de la región, cadenas y castillos de concreto armado, aplanados de mortero y arena y firmes de concreto a grandes rasgos. El concreto para las cadenas y castillos fue hecho en obra, mientras que para los firmes de concreto se utilizó concreto premezclado.

Después de colarse la losacero de planta baja en general, se comenzaron los trabajos de albañilería iniciando con el levantamiento de muros de fachada, el desplante de dichos muros fue sobre una dala de desplante y remataron con la losa, se colocaron cadenas intermedias y de enrase, así como castillos a distancia según proyecto respetando la normativa del instituto.

El criterio de la colocación de castillos era la colocación al inicio y término de un vano para puerta o ventana, la separación máxima entre castillos fue de 3 metros, se colocaron castillos en la intersección perpendicular de muros, así como al término de mochetas, quedó prohibido el uso de armex.

En las cadenas se usó el criterio de tener una separación máxima entre sí de 13 veces el espesor del muro por lo que en muros de 12 cm. la separación máxima fue de 1.56 m. Se colocaron cadenas en el comienzo y terminación de ventanas y en parte superior de vanos para puertas, respetando las secciones y armados de proyecto.

El tabique para muros fue de la región, para la aprobación de la calidad del material se compararon muestras físicas de diferentes proveedores y junto con el instituto se determinó que calidad se debería de respetar, ya que por ser de la región las calidades eran variables, así mismo se les realizaron pruebas de laboratorio para saber su resistencia a la compresión.

El colado de los firmes se realizó después de que las instalaciones quedaron concluidas en terracerías (ver imagen no. 80). El terreno se mejoró sustituyendo el material existente con material inerte de banco (tepetate) y compactando en capas de 20 cm. con bailarina, la compactación fue aprobada por el laboratorio (ver imagen no. 79) y enseguida se colocó la malla electrosoldada amarrándola a los armados de las cadenas de desplante.

Los firmes fueron de 10 cm de espesor, de resistencia de $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, previo al colado se hacia la revisión de la supervisión externa y antes de vaciar el concreto se realizaron pruebas de laboratorio como revenimiento y muestras en cilindros para comprobar su resistencia a la compresión. Se utilizó el vibrador durante el colado para evitar huecos y eliminar el aire atrapado en el concreto.

Previo al colado se colocó una tira de malla electrosoldada como refuerzo al área de contacto a lo largo del desplante de los muros interiores, posteriormente se levantaron directamente desde el firme (ver imagen no. 83).

Los muros de tabique en fachada se construyeron hasta intersectarse con la losa (ver imágenes no. 81 y 82), mientras que los muros interiores se construían desde su desplante hasta 15 cm arriba del nivel de plafón, para evitar que estos muros quedaran sueltos o inestables, se prolongaban varios castillos hasta la losa y se añadió un perfil metálico en forma de “Z”, conectando al castillo con la losacero, así se le dió rigidez al muro (ver imagen no. 84).

Una vez alojadas las instalaciones sobre los muros se resanaron las ranuras (ver imagen no. 85), después se hicieron aplanados a plomo y reventón. El acabado del aplanado fue rústico ya que posteriormente se aplicó yeso en interiores y cantera en exteriores en su mayoría.

El desplante de muros en entresijos fue directo sobre la losacero, los castillos quedaron amarrados a la malla electrosoldada previo al colado, asegurando así el anclaje de los castillos a la losa. El sembrado se hizo con equipo topográfico para asegurar el alineamiento de los muros, ya que la mayoría formaban pasillos largos.

Los muros en elevadores y cubo de escaleras fueron de concreto armado, debido a que son elementos de desplazamiento vertical y deben asegurar la integridad de los usuarios, la sección de estos muros fue de mayor espesor ya que superó los 10 metros de altura, se utilizó concreto premezclado y cimbra aparente, además de vibrador para evitar quedades entre el concreto y el armado.

En las azoteas se colaron los pretilos a base de concreto armado (ver imagen no. 86), posteriormente se rellenaron las azoteas con tepojal (ver imagen no. 87), material ligero sin función estructural para dar pendiente a la captación pluvial de 2% según proyecto, enseguida se colocó un entortado (ver imagen no. 88) de 4 cm de espesor para recibir el impermeabilizante prefabricado en rollo.

Imagen no. 78.- Formación de escalones en área de auditorio.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 79.- Cala para prueba de compactación.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 80.- Colado de firme de concreto.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 81.- Levantamiento de muros de tabique en fachada.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 82.- Levantamiento de muros de tabique en fachada.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 83.- Levantamiento de muros de tabique en interiores.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 84.- Zeta de lámina de acero para rigidización de muros interiores.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 85.- Detallado y resanado de losa de concreto aparente.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 86.- Pretil de azotea.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 87.- Relleno en azotea para dar pendiente a captación de agua pluvial.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 88.- Entortado en sobre relleno en azotea.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 89.- Aplanado fino en fachadas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 90.- Fachada de albañilerías.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 91.- Fachada de albañilerías.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.5.- Instalaciones.

Las instalaciones del hospital fueron concentradas en la “casa de máquinas” debido al tamaño y capacidad de servicios requeridos, ésta se encarga de distribuir los servicios a toda la construcción, alberga varios equipos de diferentes especialidades como planta eléctrica, subestación eléctrica, aire acondicionado, tanque térmico bombas de vacío y compresoras de grado médico.

La distribución del agua es con equipos hidroneumáticos, evitando tinacos y almacenando el agua de la toma municipal en una cisterna de 678, 580 litros de capacidad cerca de la casa de máquinas para abastecer los equipos de distribución del agua (ver imágenes no. 96 y 98). Existe una planta de tratamiento de aguas residuales y una cisterna para el almacenamiento del agua tratada.

Para el aprovechamiento de la radiación solar se colocó un sistema solar de precalentamiento a base de 78 colectores solares de placa metálica, ubicados en la azotea de casa de máquinas, está conectado a un tanque térmico de 10, 000 litros de capacidad.

Para la instalación eléctrica fue fundamental la seguridad y confiabilidad, ya que muchos equipos hospitalarios en áreas como quirófanos y encamados, iban a estar conectados a la electricidad y cualquier falla por suministro o mala calidad del servicio eléctrico podría derivar en consecuencias fatales, se tuvo que efectuar una memoria de cálculo para definir el funcionamiento y equipos requeridos.

Se determinó el uso de transformadores así como plantas generadoras de energía eléctrica (ver imágenes no. 97, 101 y 102), que alimentaron mediante redes generales a los tableros de distribución de cada zona así como tableros sub – generales. Fue necesario distribuir el suministro en servicio normal y de emergencia, el cual se activaría de inmediato en caso de ser necesario.

Para el servicio de aire acondicionado se utilizaron unidades manejadoras de aire, distribuidas en 10 cuartos de equipo en diferentes niveles del edificio (ver imagen no. 95). El sistema de agua helada fue mediante generadores, equipos de bombeo y torres de enfriamiento.

Para la selección de los equipos de todas las instalaciones, fue necesario solicitar una memoria de cálculo de cada uno de los equipos para determinar el óptimo y cubrir los servicios requeridos. Dichas memorias se apegaron a las necesidades del hospital, así como a la normatividad del instituto y a las normas oficiales mexicanas.

Imagen no. 92.- Gabinete de protección contra incendio.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 93.- Cuadros de válvulas de gases medicinales.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 94.- Minitina Hubbard para rehabilitación de derechohabientes.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 95.- Casa de máquinas de aire acondicionado.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 96.- Casa de máquinas hidráulica.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 97.- Generador eléctrico.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 98.- Casa de máquinas hidráulica.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 99.- Casa de máquinas de equipos de gases medicinales.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 100.- Casa de máquinas hidráulica.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 101.- Subestación eléctrica.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 102.- Casa de máquinas eléctrica.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 103.- Instalaciones hidráulicas y eléctricas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.6.- Acabados.

La partida de acabados fue la que más tiempo llevó en ejecutarse, ya que estuvieron implícitos distintos conceptos como lo son acabados en muros, pisos y plafones, carpinterías, cancelerías, muebles sobre diseño, herrerías, ambientación, señalizaciones en muros, cancelerías y áreas exteriores.

En la mayoría del hospital los acabados en pisos interiores áreas de tránsito fueron a base de granito de mármol en placas de 60 x 120 cm, asentadas sobre firme de concreto, el acabado del granito fue pulido por medios mecánicos acabado mate y se colocó una capa de sellador de silicón para impedir la absorción de líquidos.

En los muros el acabado fue mixto, teniendo un lambrín desde 0.60 hasta 1.20 m. de altura o zoclo de 7 cm de granito de mármol en la parte inferior del muro acabado con sellador de silicón según proyecto, en la parte superior del muro el acabado fue de pasta texturizada de color sobre acabado de yeso pulido previo aplanado rústico.

Se colocaron muros divisorios a base de panel de yeso de 13 mm de espesor, a los cuales se les dió el mismo acabado. Por proceso constructivo, estos muros se desplantaron sobre el piso terminado, para evitar que el panel de yeso tuviera contacto con el agua derivada de la colocación de piso.

Todos los plafones a excepción de las casas de máquinas fueron a base de placas de yeso, esto debido al sistema constructivo a base de estructura metálica y losacero, por lo que se debían ocultar las instalaciones que quedaban expuestas por debajo de la losa, el acabado fue liso con pintura vinílica de color según proyecto. En algunas áreas como oficinas se colocó plafón modular.

En áreas específicas como los quirófanos se utilizó el PVC conductivo de 2 mm de espesor tanto en piso como en muros, por sus propiedades antibacteriales y asépticas fue el óptimo a usarse, por normatividad queda prohibida la formación de aristas a 90° grados dentro del quirófano, ya que es propenso a acumular bacterias y polvo debido a la complejidad para limpiar esa parte, problema que se solucionó mediante una curva sanitaria en las aristas para eliminar la esquinas. El plafón fue de panel de yeso de 13 mm acabado liso con pintura vinílica color según proyecto.

En el área de encamados el acabado en piso fue con loseta vinílica, este acabado es muy fácil de limpiar y se requiere que las áreas estén asépticas, además de que amortigua el peso. El acabado en muros fue de pasta texturizada y zoclo vinílico de 7 cm de altura, el plafón fue a base de panel de yeso acabado liso con pintura vinílica.

El acabado en pisos de terrazas fue con piedra natural pórfido (ver imagen no. 117), acabado con silicón líquido para darle impermeabilidad, mientras que en muros se colocó cantera rosa en placas de 40 x 60 cm asentadas sobre muro de tabique, con acabado natural y una capa de sellador de silicón.

En áreas muy específicas que estaban expuestas a radiación como la sala de rayos X, la protección o aislamiento del área se hizo mediante aplanado de sulfato de bario, un elemento activado de patente y cemento en las proporciones que recomendadas por el fabricante. El espesor del aplanado fue de 3 cm. y la protección fue equivalente a una lámina de plomo de 2 cm. de espesor.

En el área de conservación se colocaron muros a base de tabique esmaltado mate en color blanco, este material ya tenía el acabado integrado por lo que una vez asentado el tabique estaba terminado. Por ser un área donde se almacena material de mantenimiento del hospital los muros se pueden ensuciar o dañar, este acabado permite darle mantenimiento fácil por su superficie esmaltada (ver imagen no. 115).

En los cuartos de máquinas se aplicó pintura epóxica de tráfico sobre firme pulido en pisos y sobre aplanado fino en muros, ya que la función de esos locales es el alojamiento de los diferentes equipos para instalaciones y este tipo de acabado es resistente al tránsito de personas para el mantenimiento y revisión de las máquinas, además del derrame de líquidos grasos y corrosivos que pudieran provocarse.

En áreas exteriores el acabado fue concreto hidráulico acabado estriado tanto en circulaciones peatonales como vehiculares. Para el levantamiento de las bardas perimetrales se utilizó el block hueco cara de piedra color gris natural de 20 x 20 x 40 cm en zonas colindantes con predios, mientras que en el área colindante con la avenida se colocó herrería a base de perfil redondo de 4" de diám. y $\frac{3}{4}$ " de espesor.

En algunas zonas del hospital se aplicaron acabados en muros como mosaico veneciano color verde (ver imagen no. 107) y loseta cerámica color blanco, también se levantaron muros de piedra braza de la región (ver imagen no. 111). En el área de oficinas se colocaron muros prefabricados a base de marco perimetral de perfil metálico con acabado en pintura al horno e interior de panel forrado con tela tipo alfombra o cristal templado de 9 mm según diseño (ver imagen no. 123).

En las aulas se colocaron muros plegables divisorios acústicos para dividir o ampliar los espacios según las necesidades del área de enseñanza, en el plafón de esta área se colocó una colchoneta de fibra de vidrio ya que tiene la propiedad de ser un aislante acústico para controlar el ruido del exterior y del interior.

En el área del auditorio los acabados fueron de madera natural Tzalam en muros acabado con barniz de poliuretano Polyform, el plafón en esa área se colocó en forma dentada para mejorar la acústica (ver imagen no. 122).

En el área de marcha en edificio de medicina física se colocó piso de madera natural como en los muros del auditorio y al centro se colocó un firme de concreto con varios acabados para dar rehabilitación a pacientes (ver imagen no. 119).

Las fachadas del hospital son a base de placas de cantera rosa de 60 x 40 cm y de 2 cm de espesor (ver imagen no. 110), amarradas a una malla electrosoldada fija a muro, los trabajos se hicieron en las alturas con la ayuda de hamacas sujetas a los pretilos de azotea, para subir gradualmente conforme al avance. El acabado final de la cantera fue junteado en uniones con polvo de cantera y sellador de silicón.

Las cancelerías se fabricaron a base de cristal templado de 9 mm en puertas como en fijos interiores. En consulta externa como en hospitalización algunos cancelos fueron serigrafiados en plano, es decir, se le aplicó una capa de colorante al cristal por completo.

Para las fachadas se colocaron cristales flotados de 6 mm con película de seguridad y solo se usaron en vanos pequeños confinados con muro de tabique, ya que en el área de encamados y puentes se colocaron cancelerías de cristal templado en vanos amplios conectados entre sí con sistema de arañas y atiesadores (ver imagen no. 109).

Las puertas de carpintería fueron a base de bastidor de madera de 1era calidad, forradas con melamina de color según proyecto. Algunas puertas contaron con mirilla para vigilancia de los pacientes (ver imagen no. 104) y protección contra camillas dependiendo la zona, las puertas en área de casa de máquinas eléctrica contaron con rejilla tipo louver para dar ventilación a los equipos aun cuando estuvieran cerradas (ver imagen no. 107).

Los muebles de diseño para dar atención a los usuarios se colocaron en varias zonas del hospital, la estructura de los muebles fue de bastidor metálico para soportar tanto la cubierta a base de granito de mármol pulido mate como el cristal templado propio del mueble de 9 mm con serigrafía en línea o en plano (ver imagen no. 105).

La ambientación del hospital es a base de macetones circulares de acero inoxidable sobre una marimba de madera de pino con vegetación de sombra para el interior del edificio, mientras que para el exterior se eligieron macetones cuadrados a base de placa de acero de ¼” de espesor, terminado con pintura automotiva y arreglos de plantas para sol (ver imagen no. 113).

La señalización del hospital en interiores fue a base de letreros de placa de plástico sintra de PVC con impresión en serigrafía fijados a muro o plafón según indique proyecto. En las cancelerías se colocaron calcomanías de acetato autoadherible para identificar cancelas de vidrio, puertas de cristal y obstáculos transparentes.

La herrería en puertas fue a base de marco perimetral de perfil tubular de 2” x 4”, con puertas abatibles a base de bastidor de 4” y 3/8” de espesor y celosía de lámina negra cal. 18 predoblada tipo louver, con primario estructural acabado con esmalte alquidálico color similar a muro. Este tipo de puertas fueron colocadas en casas de máquinas generales y particulares del hospital.

Imagen no. 104.- Puerta de madera acabado con melamina, con mirilla y protección contra camillas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 105.- Cancelería interior con serigrafía en línea y mobiliario.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 106.- Mosaico veneciano en muros y puertas de madera.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 107.- Puertas de herrería tipo louver en casa de máquinas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 108.- Escalera helicoidal en vestíbulo del área de hospitalización.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 109.- Cancelería en puente a base de cristal templado.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 110.- Fachada a base de cristal templado y cantera rosa.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 111.- Acabado en fachadas de piedra braza de la región y cantera rosa.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 112.- Fachada interior en vestíbulo de hospitalización.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 113.- Ambientación en área de terrazas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 114.- Impermeabilización en azoteas con material en rollo prefabricado.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 115.- Muros de tabique esmaltado en área de conservación.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 116.- Granito de mármol en muros de baños.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 117.- Pórfido en piso de terraza interior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 118.- Helipuerto.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 119.- Acabado en piso en área de marcha de medicina física.



Fuente: Archivo residencia de obra.

"Hospital General Regional IMSS de 250 camas Autosustentable"

Imagen no. 120.- Fachada de hospitalización.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 121.- Letrero del hospital.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 122.- Auditorio de medicina física.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 123.- Muros prefabricados en área de oficinas.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 124.- Cortinas antibacterianas en área de encamados.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 125.- Mobiliario en área de comedor.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.7.- Jardinería.

Esta partida fue la última en ejecutarse, una vez quedado definidos los niveles de guarniciones y pavimentos se procedió a colocar una capa de tierra lama de 30 cm. para recibir pasto alfombra en rollo. El procedimiento fue nivelar el terreno, enseguida se aflojó la tierra natural y se colocó la capa de tierra lama sin compactar (ver imágenes no. 126, 128 y 129), para posteriormente colocar el pasto en rollo.

Por el volumen de tierra a extender se tuvo que ejecutar por medios mecánicos a través de motoconformadora, para homogeneizar el material y optimizar tiempos de ejecución. Una vez extendida la tierra lama, se hizo el sembrado de árboles y vegetación, así como del pasto.

Se sembraron diferentes variedad de árboles como pino ayacahuite, árbol trueno, jacaranda, árbol paraíso, árbol tabachín y casuarina. El procedimiento para la siembra fue hacer un pozo para alojar la raíz del árbol y enseguida se colocó tierra vegetal previa y posteriormente al sembrado del árbol (ver imagen no. 127).

También se sembraron plantas y arbustos como el clavo, azalea, hiedra, hortencia, estas plantas se distribuyeron para formar arreglos en las diferentes áreas del hospital (ver imágenes no. 130, 131, 133 y 134). El procedimiento para el sembrado fue el mismo que para los árboles. Para evitar en la menor medida el impacto ambiental se optó por sembrar árboles de la región.

Para garantizar el establecimiento definitivo de la jardinería, la contratista realizó el mantenimiento de las especies vegetales consistente en riego, poda y control de plagas hasta por 30 días para posteriormente hacerle la entrega al instituto (ver imágenes no. 135, 136, 137, 138 y 139).

Imagen no. 126.- Extendido de tierra lama.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 127.- Excavación en pozos para sembrar árboles.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 128.- Preparación de áreas para recibir jardinería.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 129.- Nivelación de área exterior para recibir pasto.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 130.- Vegetación y arbustos en áreas exteriores.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 131.- Jardinería en área exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 132.- Circulación peatonal en exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 133.- Vegetación en área exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 134.- Ciprés gigante en motor lobby.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 135.- Jardinería exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 136.- Jardinería exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 137.- Jardinería exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 138.- Jardinería exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 139.- Jardinería exterior.



Fuente: Archivo residencia de obra.

6.8.- Urbanización.

Los trabajos de esta partida fueron los primeros en iniciar y los últimos en terminar, debido a los volúmenes de tierra, acarreo debido a los niveles de proyecto, al mejoramiento del suelo y a la conformación de plataformas para recibir el concreto hidráulico.

En obra se iniciaron los trabajos de trazo y nivelación del área exterior, posteriormente se ubican las plataformas así como sus niveles (ver imágenes no. 142 y 144), para saber que volumen de material propio del terreno retirar, ya que a las áreas de tránsito vehicular y peatonal se les debe de dar un mejoramiento de terreno, mientras que para las áreas jardinadas solo es la colocación de una capa de tierra lama.

El mejoramiento del terreno para superficies de rodamiento fue a base de subrasante de 30 cm de espesor compactado en capas de 20 cm. máximo al 96% de la prueba proctor estándar y posteriormente se colocó una capa de sub-base hidráulica de 15 cm. de espesor, compactada con un rodillo vibratorio al 100% en la prueba porter (ver imagen no. 143).

Para lograr estos niveles de compactación fue necesario humedecer con abundante agua los materiales de mejoramiento, además de compactar en repetidas ocasiones con vibrocompactador. Para realizar los movimientos de tierras y nivelación de las mismas, fue necesario utilizar retroexcavadoras y motoconformadoras, así como camiones de volteo para retiro de material producto de excavación.

Una vez aprobada la compactación de plataformas por laboratorio se procedió a colar los pavimentos, a base de concreto hidráulico de 16 cm de espesor $F'c = 150$ kg/cm² armado con malla electrosoldada (ver imagen no. 145). Para la conformación de plataformas a desnivel fue necesario colar muros de contención para confinar la plataforma, la altura fue variable dependiendo de los niveles de terreno y de proyecto.

Para rematar los pavimentos se colaron guarniciones, en áreas de estacionamiento y se fabricaron topes de concreto para automóviles en cada cajón. El acabado en pavimentos fue estriado y rastrillado, para asegurar la fricción de los automóviles (ver imagen no. 150).

La señalización de los cajones de estacionamiento se hizo con pintura epóxica para tráfico color amarillo tránsito. La señalización de rutas, puntos de reunión, lugares para discapacitados y demás señales en piso, fueron a base de pintura epóxica, la cual tiene alta durabilidad y resistencia a la intemperie.

Para la barda perimetral se utilizó la zapata corrida (ver imagen no. 140) y block cara de piedra para muros (ver imagen no. 141), así como perfil tubular circular en áreas colindantes con vialidades (ver imágenes no. 148 y 149), se provocó una junta constructiva a no más de 30 m de distancia, para evitar el agrietamiento provocado por el movimiento de algún tramo de barda.

Imagen no. 140.- Cimentación para recibir barda perimetral.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 141.- Barda perimetral con block cara de piedra.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 142.- Nivelación y extendido de material inerte.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 143.- Excavación, nivelación y compactación con maquinaria pesada.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 144.- Nivelación en superficie de rodamiento.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 145.- Concreto hidráulico en plataformas para estacionamiento.



Fuente: Archivo residencia de obra.

"Hospital General Regional IMSS de 250 camas Autosustentable"

Imagen no. 146.- Cimentación en motor lobby.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 147.- Colado de motor lobby.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 148.- Aplicación de primario anticorrosivo en herrería perimetral.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 149.- Preparación de herrería perimetral para recibir pintura.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 150.- Estacionamiento y circulaciones vehiculares.



Fuente: Archivo residencia de obra.

Imagen no. 151.- Motor lobby.



Fuente: Archivo residencia de obra.

La puesta en operación del HGR de 250 camas, en el Municipio de Charo, Michoacán, mejora las condiciones de vida de los habitantes de los municipios de Charo, Morelia y aledaños, al contar con infraestructura médica nueva y aparatos con avances tecnológicos de punta.

Este hospital surge derivado de la necesidad del desalojo y reubicación de los servicios que proporcionaba el HGR No 1, en Morelia, Mich., ya que se edificó en una zona afectada por una falla geológica y se fue dañando con los años, debido a la actividad sísmica y a la extracción de agua del subsuelo para consumo de la población.

Al no contar con infraestructura para reubicar en un solo inmueble los servicios proporcionados en las instalaciones dañadas, se hicieron acciones mediante la realización de obras nuevas y adecuaciones a las oficinas de la delegación y las instalaciones del CSS, para reubicar provisionalmente los servicios médicos.

Aunque se logró la reubicación de los servicios mencionados en un lapso de 90 días y garantizar la continuidad en la prestación de los mismos, esta solución fue temporal, ya que el hospital provisional era insuficiente para satisfacer las necesidades de la entidad y su construcción fue para atender la emergencia del desalojo.

Sin embargo esta medida temporal no pudo solucionar totalmente la problemática, ya que siguió persistiendo el déficit de 109 camas censables, lo que agravaba la situación y exponía a un gran riesgo a la población, ante cualquier contingencia que se pudiera presentar derivada de algún evento natural o epidemiológico, escenario que hizo impostergable reemplazar al HGR N° 1 de Morelia.

La necesidad de reubicar la infraestructura médica dañada en instalaciones provisionales, para seguir prestando los servicios requeridos con la oportunidad y calidad debida, durante el tiempo requerido para la construcción del HGR de 250 camas, en Charo, Mich., fue únicamente una estrategia para enfrentar la emergencia.

La reubicación no podía alargarse, ya que las instalaciones provisionales no cumplían en plenitud con las Normas Oficiales Mexicanas, debido a que se realizaron para desocupar el inmueble con riesgo de colapso que presentaba el HGR No 1 en el menor tiempo posible.

La construcción de un nuevo hospital como estrategia de urgencia, en el cual se concentraran todos los servicios médicos, fue muy importante ya que la operación por separado de los servicios, condiciona circunstancias que aumentan la vulnerabilidad de la atención que se otorga, al incrementar el riesgo de la muerte por enfermedades.

El plazo de ejecución de los trabajos pactados en el contrato, fue de 480 días, contados a partir del 21 de octubre de 2010, con fecha programada de terminación 12 de febrero de 2012. El 2 de febrero de 2012 las partes formalizaron un convenio con el que se modificó la fecha de término del contrato en 195 días naturales, contados a partir del 13 de febrero de 2012, recorriendo dicho plazo al 24 de agosto de 2012.

¡AVISO IMPORTANTE!

De acuerdo a lo establecido en el inciso “a” del **ACUERDO DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA** el presente documento es una versión reducida del original, que debido al volumen del archivo requirió ser adaptado; en caso de requerir la versión completa de este documento, favor de ponerse en contacto con el personal del Repositorio Institucional de Tesis Digitales, al correo dgbrepositorio@umich.mx, al teléfono 443 2 99 41 50 o acudir al segundo piso del edificio de documentación y archivo ubicado al poniente de Ciudad Universitaria en Morelia Mich.

U.M.S.N.H
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS