



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Procedimiento constructivo
de un centro de apoyo al
diagnóstico de
especialidades médicas**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Luis Ivan Ballesteros Espinosa

ASESOR

Ing. Oscar E. Martínez Jurado



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., octubre 2017

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UN CENTRO DE APOYO AL DIAGNÓSTICO DE
ESPECIALIDADES MÉDICAS

ÍNDICE

Resumen	1
1. Antecedentes	3
1.1 Generalidades	4
1.2 Sucursales médicas de diagnóstico por imagen.....	6
1.3 Ciudad de Cuernavaca: situación geográfica y medio físico natural	7
2. Proyecto ejecutivo	10
2.1 Sucursales médicas: Un proyecto de re-ingeniería	11
2.2 Anteproyecto	12
2.3 Partidas presupuestales	14
2.4 <i>Fast track</i> como modelo de ejecución de obra	24
3. Proyecto de instalaciones	25
3.1 Instalación eléctrica	26
3.2 Instalación hidráulica y sanitaria	28
3.3 Instalaciones de aire acondicionado	29
3.4 Ingeniería de telecomunicaciones	31
4. Instalaciones especiales para equipos médicos	33
4.1 Equipos médicos especializados: Guías mecánicas	35
4.2 Otras áreas	49
5. Análisis de resultados	50
5.1 Resultados esperados	51
5.2 Resultados obtenidos	51
6. Conclusiones y recomendaciones	54
Bibliografía	56
Anexos	58

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE UN CENTRO DE APOYO AL DIAGNÓSTICO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

AGRADECIMIENTOS

a mis padres Mago y José Luis... por haber luchado incansablemente por hacer de mi la persona que soy, por siempre esforzarse en ofrecerme las mejores oportunidades y estar conmigo en los momentos más significativos en mi vida.

a mi hermano Ale... por ser mi compañero de vida durante mi infancia, por su lealtad y cariño que siempre mostró y seguirá existiendo por siempre ahora como adultos.

a mi amada esposa Helena... por complementar mi vida, por tomarme de la mano y hacer el compromiso de construir un futuro brillante, exitoso y lleno de felicidad juntos.

a mi Facultad... por haberme mostrado el mundo del conocimiento, la superación y el trabajo profesional que todos y cada uno de mis profesores enseñaron con su ejemplar labor.

a mi Universidad... por enseñarme a amar una identidad, por hacerme parte y sentir los colores azul y oro que, a través del programa de football americano, me enseñó a defender con honor y coraje el nombre de los Pumas y a vivir el orgullo mas grande que cualquier mexicano puede sentir.

RESUMEN

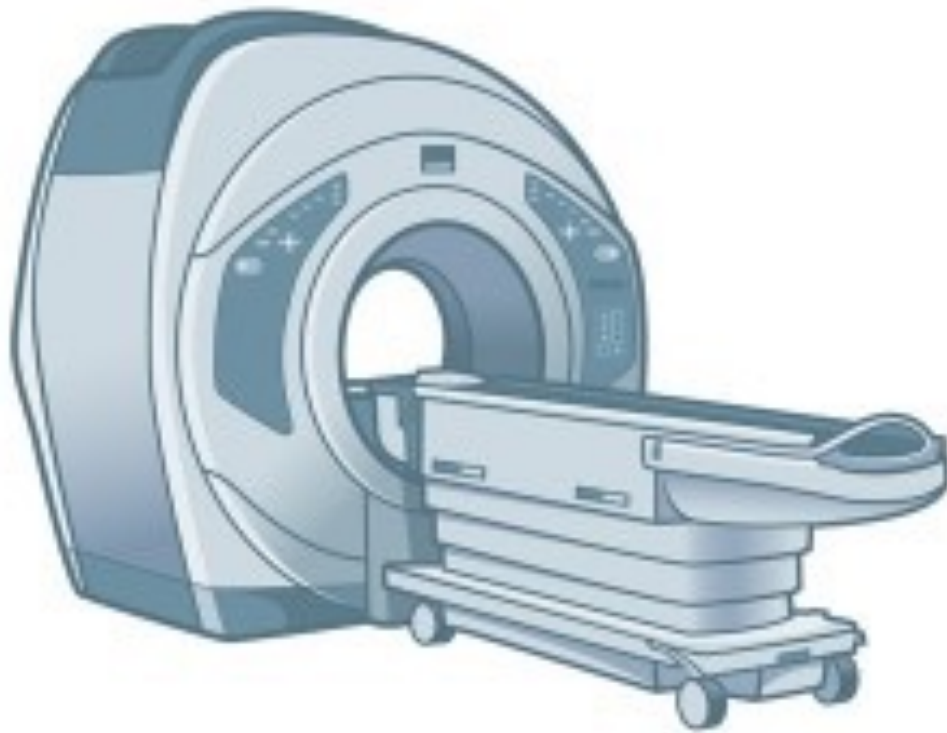
La construcción de una sucursal de Diagnóstico de Especialidades Médicas requiere una especial atención y seguimiento a las normas médicas, constructivas y de protección civil para asegurar la integridad de usuarios, técnicos y pacientes. Los equipos que se utilizan en dicho centro son además de costosos, muy delicados y especiales para funcionar. Las condiciones de carga eléctrica, clima, maniobra, reforzamiento, blindajes y otras necesidades específicas de cada equipo aseguran el correcto funcionamiento y que el resultado del análisis sea preciso, por lo que es de suma importancia la construcción y habilitación de los espacios que los albergan y garantizar el correcto funcionamiento del equipo durante su vida útil.

El objetivo de este informe es seguir y proponer mejoras para el procedimiento constructivo de obra civil e instalaciones de una sucursal de apoyo al diagnóstico de especialidades médicas de *Laboratorios Chopo* cumpliendo con la norma y requisitos específicos de cada área de dicho complejo, optimizando costos y tiempos para establecer lineamientos de utilidad en futuras construcciones.

ABSTRACT

The complex construction of a Medical Diagnostic Center requires special attention on the medical and construction norms and standards to secure the safeness and integrity of technicians and users. Beside of highly expensive, the equipment used by this image exams are too delicate. Conditions such as electric power, temperature, handling, enforcement, shields and other specific requirements of each equipment are demanded to secure the correct function and a precise outcome of the exam.

The objective of this lecture is to follow and provide developments to the construction procedure of civil work and installations of a Medical Center by *Laboratorios Chopo* always taking care of national and local construction standards and specific needs of each room of the Center, optimizing time and cost to establish guidelines on further constructions.



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES

El dominio de un procedimiento constructivo de las edificaciones puede ser fundamental para la optimización de recursos y el mejor resultado en las obras de ingeniería civil. Existen muchos protocolos y sistemas constructivos de conocimiento general para edificaciones convencionales; unidades habitacionales, centros comerciales, hoteles, oficinas, son algunos ejemplos. Sin embargo, existen otros tipos de edificaciones que requieren salir de un procedimiento habitual para cumplir con requerimientos específicos definidos por el uso final del inmueble. Tal es el caso de las sucursales de apoyo al diagnóstico por imágenes que, en este caso particular, se presentan por parte del grupo PROA en sus *Laboratorios Chopo* de las que se tratará en las siguientes líneas, ejemplificando las condiciones físicas necesarias para un sitio tan especializado.

1.1 Generalidades

En México, la estructura de la Clasificación de Instituciones de Salud es realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, tomando como eje rector la sistematización y organización del tipo de instituciones de salud, sean éstas públicas o privadas e identificando dentro de las primeras a las instituciones de salud y seguridad social, así como a las que ofrecen exclusivamente servicios de salud, con la finalidad de identificar desde la propia clasificación de las instituciones de salud públicas aquellas que brindan servicios a población derechohabiente y las que ofrecen servicios a la población abierta. Este mismo criterio fue aplicado en la clasificación de las instituciones de salud privadas, separando aquellas que ofrecen servicios de salud a población derechohabiente bajo la modalidad de "contratos o convenios" mediante los cuales los gobiernos estatales o locales brindan servicios de salud a sus trabajadores, pensionados, jubilados y familiares beneficiarios; como a las instituciones de salud privadas que ofrecen servicios a la población abierta.

El primer nivel de la estructura de la Clasificación de Instituciones de Salud está conformada de un total de 6 grupos:

Clave	Grupo
1	Instituciones de salud del sector público
2	Instituciones de salud del sector privado
3	Aseguradoras, bancos y otras instituciones de prepago de servicios médicos
4	Instituciones de salud del resto del mundo
5	Descripciones para no derechohabiencia
9	Derechohabiencia no especificada

De ahí parten clases y subclases de instituciones que van desde instituciones de salud y seguridad social como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), pasando por instituciones de salud públicas y privadas hasta otras instituciones extranjeras y condiciones de derechohabiencia no especificada.

De las subclases parten las unidades, clínicas y hospitales generales; y particularizando aún mas llegamos a las clínicas de especialidades.

Es por lo anterior que se puede justificar el gran apoyo que dan al Sector Salud, en cada nivel, los laboratorios clínicos privados que complementan las deficiencias que muchas instituciones públicas (y algunas privadas) presentan.

Un laboratorio clínico es un lugar acondicionado donde un equipo formado por médicos, analistas clínicos, profesionales, técnicos y auxiliares analizan muestras biológicas humanas que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.¹

Un diagnóstico médico es el procedimiento por el cual se identifica una enfermedad y, en términos médicos, una imagen es una distribución monocromática en dos dimensiones, generalmente en blanco y negro, capaz de aportar información del estado de un órgano, tejido, etc. La razón de obtener una imagen en radiografía o fotografía es conseguir una reproducción lo mas cercana posible a la realidad.²

¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Laboratorio_cl%C3%ADnico

² Pedrosa, César. Diagnóstico por imagen. pág. 10. McGraw Hill.

Los espacios requeridos para la ejecución de los distintos tipos de diagnóstico son muy variados y pueden ser desde un simple cuarto de interrogatorio hasta espacios adaptados con equipos de muestreo e imagen con una ingeniería compleja en la adecuación del mismo.

1.2 Sucursales médicas de diagnóstico por imagen

La necesidad actual de contar con información oportuna para prevenir enfermedades y mejorar la salud ha llevado a los especialistas a innovar en el primer nivel de tratamiento de las enfermedades: el diagnóstico.

Hoy en día existen muchas posibilidades y opciones en el mercado para el diagnóstico de enfermedades que utilizan la más avanzada tecnología para ofrecer al paciente información precisa de su estado de salud. Tan sólo en la Ciudad de México existen más de 235 laboratorios o centros de diagnóstico por imagen³, en los que se pueden realizar pruebas desde tomas de fluidos hasta Resonancias Magnéticas, ultrasonidos, tomografías y otros estudios con alto grado de complejidad.

Laboratorios Médicos del Chopo se ha dedicado por más de 65 años al estudio de análisis clínicos y de gabinete que apoyan en la prevención de enfermedades. Cuenta con más 200 sucursales en la Ciudad de México y Área Metropolitana, Guadalajara, Hidalgo, Toluca, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Morelos, Puebla y Monterrey. Además, tienen 14 *Centros de Apoyo al Diagnóstico de Especialidades Médicas* (CADEM). La calidad del centro analítico CARPERMOR cuenta con acreditaciones y certificaciones a nivel nacional e internacional.

El CADEM además de laboratorio, ofrece las especialidades de audiología, colposcopia, penoscopia, densitometría, electrocardiograma dinámico y en reposo, espirometría, rayos X, rayos X contrastados, tomografía, ultrasonido convencional, ultrasonido Doppler, ultrasonido 4D y monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA.). Laboratorios Chopo es parte de la familia de centros especializados en la salud que ofrece el Grupo Diagnóstico PROA S.A. de C.V.

³ Reportados en seccionamarilla.com.mx

A partir de este punto, el presente trabajo se enfocará en el procedimiento constructivo del CADEM Pirámide, situado en la ciudad de Cuernavaca, Morelos; iniciando con una breve descripción del área y estudios de situación actual y necesidades de la población. La descripción y seguimiento de este procedimiento intentará dar los lineamientos a modo de manual para la construcción y adecuación de futuras sucursales médicas de dicha empresa.

1.3 Ciudad de Cuernavaca. Situación geográfica y medio físico natural

El proyecto de crecimiento del grupo y el plan de expansión con nuevas sucursales en el corto plazo, llega a la ciudad de Cuernavaca donde durante el segundo semestre del 2015 y el primero del 2016 se construyeron 3 sucursales medianas y una grande. Ésta última es el CADEM Pirámide, en el cual se centralizará este trabajo, detallando las principales características de cada proceso durante su construcción.

1.3.1 Aspectos geográficos de la zona

El estado de Morelos se encuentra al centro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y tiene una superficie continental de 4,892.73 km² de los cuales solo 438 km² consta de áreas urbanas, por lo que es una entidad de gran superficie vegetativa y dedicada a la agricultura⁴. Su ciudad capital, Cuernavaca, tiene 200.41 km² y la cobertura urbana es casi del 50% por lo que se tiene una mayor concentración poblacional en dicha región.

El clima de la ciudad es muy variado por las diferencias tan marcadas en la altitud ya que el terreno en el que se encuentra varía entre los 1,800 metros en el norte a los 1,380 metros de altitud sobre el nivel del mar en la parte sur de la ciudad, por lo que el norte presenta un clima templado húmedo, y se vuelve un poco más cálido y menos húmedo hacia el centro y sur de la ciudad, pero en general el clima es semi-cálido semi-húmedo A (C)w2 el más fresco de los cálidos y el más húmedo del grupo de los sub-húmedos de acuerdo con la clasificación de Köppen y Geiger.

⁴ www.inegi.org.mx

Así mismo presenta una temporada de lluvias desde mediados del mes de mayo hasta fines del mes de octubre con fuertes chubascos y tormentas principalmente por la noche, presentando un régimen de lluvias de 1,200 mm anuales en promedio y una temperatura media anual es de 20.9 °C, estas condiciones convierten a la ciudad de Cuernavaca en la más cálida y lluviosa de las ciudades del centro del país.

Cuernavaca tiene un población de 365,168 habitantes (*INEGI, 2010*). En el sector salud, la ciudad cuenta con 29 unidades médicas en la Secretaría de Salud del Estado y la población derechohabiente a servicios de salud del IMSS y del ISSTE suman 165, 900 personas.

1.3.2 Aspectos demográficos

En Morelos la población de 60 años y más rebasa el 10% de la población total del estado, lo que da un total de 194,744 adultos mayores según datos del Consejo Nacional de la Población, de los cuales 104,740 son mujeres y 90,004 hombres.

De acuerdo al conteo de población y vivienda (*INEGI, 2010*), la mayor concentración poblacional la presentan los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Temixco, Emiliano Zapata, siendo éstos los que concentran el mayor número de adultos mayores en el estado, contando 39,327 que presentan alguna discapacidad.

Según datos de la Secretaría de Salud de Morelos, las principales enfermedades que atacan a la población de la región son diabetes, hipertensión arterial, cancer cérvico uterino, virus del papiloma humano, cáncer de mama, tuberculosis e influenza.

1.3.3 Accesibilidad a servicios de Salud

El artículo 4º de la Constitución establece que toda la población mexicana tiene derecho a la protección de la salud. En términos de la Ley General de Salud (LGS), este derecho constitucional se refiere al derecho de todos los mexicanos a ser incorporados al Sistema de Protección Social en Salud (artículo 77 bis1 de la LGS). A partir de estos criterios, se considera que una persona se encuentra en situación de carencia por acceso a los servicios de salud cuando:

No cuenta con adscripción o derecho a recibir servicios médicos de alguna institución que los presta, incluyendo el Seguro Popular, las instituciones públicas de seguridad social (IMSS, ISSSTE federal o estatal, Pemex, Ejército o Marina) o los servicios médicos privados. (2)

El estado de Morelos presenta una mejora importante en el acceso a los servicios de salud en la década pasada (2000-2010) donde el porcentaje de población con acceso a servicios de salud creció de 35.7 a 65.9 en este periodo, como lo muestra la siguiente tabla:

Porcentaje de la población con carencia por acceso a los servicios de salud según entidad federativa, 2000-2010					
Entidad Federativa	Año		Entidad Federativa	Año	
	2000	2010		2000	2010
Aguascalientes	43.7	17.1	Morelos	64.3	34.1
Baja California	42.5	27.3	Nayarit	58.8	22.3
Baja California Sur	39.6	23.7	Nuevo León	32	18.9
Campeche	61.3	17.6	Oaxaca	77.1	44.3
Coahuila	28.9	21.1	Puebla	74.1	50.4
Colima	51.1	16.5	Querétaro	53.6	25.8
Chiapas	81.6	43.2	Quintana Roo	52.7	30.4
Chihuahua	41.1	24.2	San Luis Potosí	62	24.1
Distrito Federal	47.1	32.9	Sinaloa	46.1	22.2
Durango	50.1	28.7	Sonora	42.4	24.0
Guanajuato	65.5	27.3	Tabasco	70.3	23.6
Guerrero	79.3	46.1	Tamaulipas	47.5	21.9
Hidalgo	70.5	32.4	Tlaxcala	69.8	36.5
Jalisco	54.8	33.8	Veracruz	68.9	40.1
Estado de México	58.0	39.3	Yucatán	54.4	22.4
Michoacán	73.3	44.4	Zacatecas	67.2	28.0
			Estados Unidos Mexicanos	58.6	33.2

Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL



CAPÍTULO 2. PROYECTO EJECUTIVO

2. PROYECTO EJECUTIVO

En este capítulo se darán a conocer los detalles del proyecto, las condiciones en las que se trabaja la construcción de sucursales médicas y todos los pormenores que deben estar a consideración de una empresa Contratista con la finalidad de evitar contratiempos y ejecutar los trabajos y procedimientos correctos para la construcción de una sucursal de diagnóstico por imagen de Laboratorios Chopo.

2.1 Sucursales médicas: Un proyecto de re-ingeniería

El plan de crecimiento del Grupo Diagnóstico PROA S.A. de C.V. se fortalece a partir del 2015, en el que inicia un programa de construcción masivo de sucursales de mediano y gran tamaño a lo largo de toda la República Mexicana.

La construcción de estos espacios tiene la característica de elegir predios en renta o venta con una estructura erguida de acero o concreto, por lo que en la construcción de una sucursal no existe ingeniería de cimentaciones, mecánica de suelos y, en la mayoría de los casos, de estructuras. Lo anterior no descarta un estudio a los planos estructurales del predio elegido por la demanda de cargas que tendrá la sucursal terminada; cargas generadas principalmente por los equipos médicos de los que se hablará mas adelante. Los servicios eléctricos, hidráulicos y sanitarios se limitan a la conexión de acometidas públicas como tomas domiciliarias, drenaje y el correspondiente contrato con la Comisión Federal de Electricidad.

Sin embargo, existen casos donde el local a adaptarse presenta la altura suficiente para construir un tapanco o *mezanine*, como el la sucursal El Cantador en Guanajuato, en donde si se tuvo que hacer una ingeniería de estructuras a base de perfiles metálicos (columnas HSS y vigas IPR) para el mejor aprovechamiento del espacio del local. En tal caso, la construcción y levantamiento de la estructura debe ser prioridad en el programa de obra para continuar con la adecuación del local.

2.2 Anteproyecto

El CADEM Pirámide se sitúa en la ciudad de Cuernavaca, Morelos con dirección Río Balsas no. 33 esquina Avenida Teopanzolco Colonia Vista Hermosa. En la figura 2.1 se observa la localización. El CADEM habría de construirse en la planta baja del Corporativo Pirámide en dicha dirección.

Se inició la construcción del CADEM en noviembre del 2015 y contó con una partida presupuestal de \$ 7'283,612.42 sin IVA.

Para el inicio de la obra se recibe por parte del cliente Grupo Diagnóstico PROA S.A. de C.V, quien será la Dependencia para términos útiles, proyecto ejecutivo con planos detallados de cada área y cortes para las diferentes partidas que el proyecto demanda; además del programa de ejecución de obra y programa de erogaciones para el cobro de dicho proyecto. La Contratista, empresa constructora VIKE Construcciones S.A. de C.V. será el encargado de la ejecución de los trabajos, señalando que su participación sería limitada o nula para algunas partidas en las que la Dependencia ya tiene proveedores y atacará en su debido momento. Generalmente, el contrato de obra se da por Precios Unitarios por parte de la Dependencia.

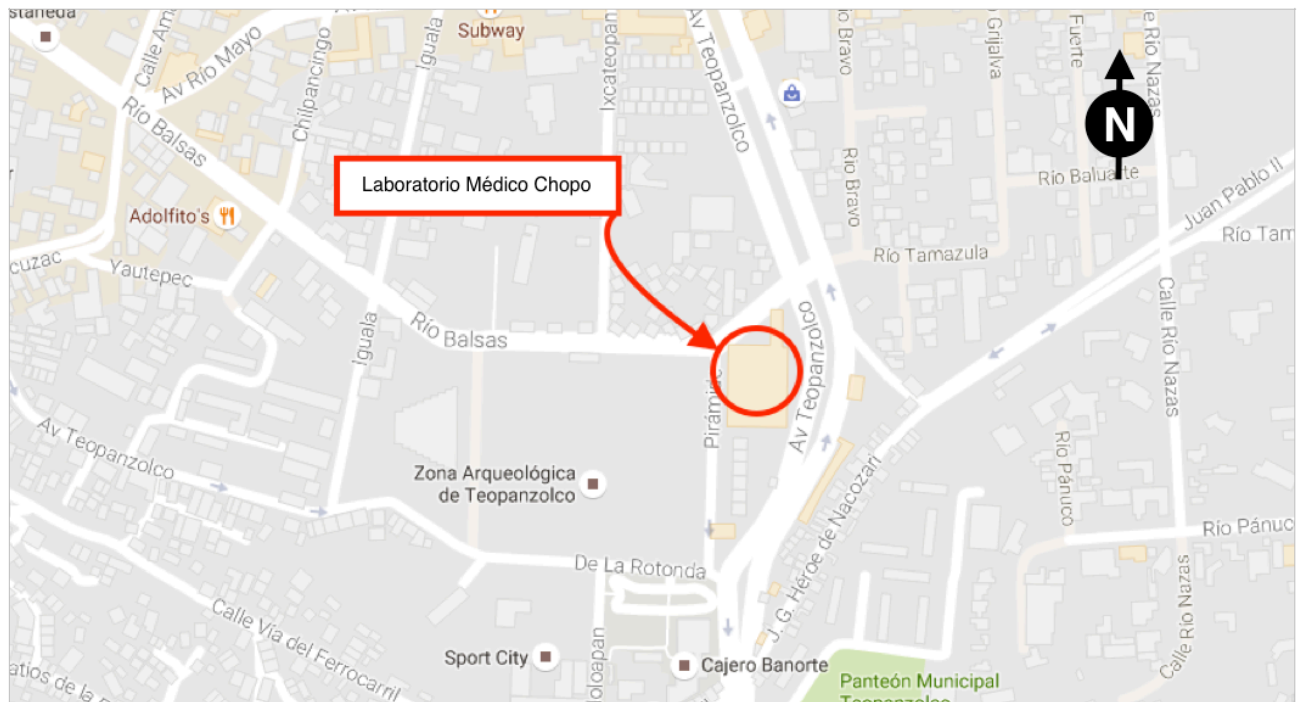


Figura 2.1. Localización plaza Corporativo Pirámide en Cuernavaca, Mor. *Google maps*

De manera enunciativa y no limitativa, los planos y documentos que integran el proyecto arquitectónico, salvo que la dependencia no indique otra cosa en su compromiso contractual con el proyectista serán los siguientes:

- Albañilerías
- Acabados
- Aire Acondicionado
- Arquitectónico
- Cortes generales
- Fachadas generales
- Cancelería
- Carpintería
- Demoliciones
- Estado actual
- Cortes de estado actual
- Fachadas estado actual
- Instalación hidráulica
- Instalación sanitaria
- Drenaje sanitario - Estacionamiento plaza
- Instalación eléctrica - Alimentadores generales
- Instalación eléctrica - Alumbrado
- Instalación eléctrica - Receptáculos
- Diagrama unifilar
- Cuadros de carga
- Instalación eléctrica - salidas voz y datos
- Instalación intercomunicación
- Plafones

Una vez recibida la información y analizada con detalle por los ingenieros especializados de la Contratista se inician los trabajos en noviembre de 2015 en sitio y se tramitan los permisos y licencias para el cumplimiento de las normas legales necesarias para la ejecución de los trabajos.

2.3 Partidas presupuestales

El contrato de obra se divide en partidas determinadas por la Dependencia con alcances definidos y se presentan en un catálogo de conceptos a revisarse y ejecutarse por la Contratista. A continuación se describen las actividades de cada partida y los conceptos principales que las componen.

PRELIMINARES

El procedimiento constructivo inicia, como en toda obra civil, con el trazo y nivelación del terreno.

La construcción de este centro en específico no requirió una etapa de movimiento de tierras ni de subestructura debido a que se cuenta con la construcción de la plaza y lo único de preliminares que debe considerarse es el trazo y limpieza del área a construir. En el interior del local a utilizar se tenían dos muros de block los cuales hubo que demoler para contar con el espacio neto de la sucursal y hacer la distribución que el proyecto comprende. En muchos de los casos de adaptaciones, se presentan elementos constructivos que son necesarios retirar o modificar para el uso final del espacio.

El local comercial tiene una superficie de 760 m² en el espacio asignado para la sucursal. La obra debe cumplir con todas las normas de construcción y los requisitos especiales indicados en Guías Mecánicas propias de cada equipo especializado, de las que se hablará mas adelante.

La distribución arquitectónica se ajusta al espacio del que se dispone en el local de la plaza teniendo las consideraciones pertinentes para áreas en semejanza de tipo de estudios, distribuyendo en un mismo sector las áreas radiológicas y ubicando las áreas de empleados como el comedor, SITE y cuarto eléctrico en la parte trasera del complejo por nombrar algunos ejemplos. La arquitectura de la plaza presenta una curvatura en uno de los frentes del local, que es precisamente la cara que comunicará la recepción de la sucursal con el pasillo de acceso principal de la plaza. A este diseño arquitectónico, hubo que ajustarse para la distribución de espacio en las áreas que se ubicaron del lado sur del complejo.

PISOS

Debido a que todos los muros en la sucursal son de panel de yeso, se recomienda la colocación del piso como una de las primeras actividades de la obra. A criterio del constructor y por la delicadeza del piso, se puede iniciar con los trabajos de muros falsos divisorios y posterior se coloca el piso. En el CADEM se utilizó piso cerámico Porcelanato LAMOSA modelo CULCAN de 60 x 60, aunque para otras sucursales se ha utilizado una marca distinta, es muy parecido físicamente. Por recomendación del cliente, se suministró un volumen excedido en piso en un 10%, ya que por las maniobras futuras con la llegada de los equipos médicos se pueden romper algunas piezas de piso. El volumen comprado fue utilizado ya que efectivamente hay daños en piezas con dichos movimientos. El área de Espirometría y Audiometría lleva por especificación piso de madera y alfombra a diferencia del resto de la sucursal.

Todo el interior de la sucursal debe llevar zoclo del mismo material del piso, como detalle armonioso de la misma. Se debe consultar plano de acabados para identificar oportunamente las áreas en que además del piso, requieren materiales y vistas específicas.



Figura 2.2 Interior del local. Colocación de piso porcelanato

PLAFONES Y CAJILLOS

El plafón modular que se utiliza en sucursales es el común, marca USG modelo RADAR de 61 x 61 x 16 mm y suspensión de 15/16" de 61 x 61 mm x 5/8", con sistema de suspensión visible en color blanco

para pasillos y áreas de empleados, así como en vestidores y baños. Las áreas de examen de estudios más complejos utilizan el modelo lavable recomendado para clínicas y hospitales, por ejemplo, el USG modelo CLEAN ROOM. El ajuste en muros de estos plafones se construye con una platabanda o cajillo de tablaroca de 13 mm. La fabricación de cajillos para detalles en plafones como luces indirectas deben seguir la misma especificación y el diseño dependerá del proyecto arquitectónico. En el caso del CADEM Pirámide, se construyó un cajillo perimetral en toda el área para mantener oculto el soporte del cancel de cristal de la fachada principal.

MUROS DIVISORIOS

Todos los muros internos se construyen de panel de yeso “tablaroca”, así como los plafones falsos, faldones y cajillos sin ninguna restricción al respecto. Siguiendo la especificación propia de la construcción con este material (esquineros metálicos, perfacinta, Readymix, tornillos y metales de estructuración interna).

Las áreas radiológicas (rayos X, tomografía, mastografía, fluoroscopia, etc.) deben tener, entre sus tantas especificaciones, especial cuidado en la disipación de la onda radiológica que genera el equipo que en ellas trabajan, por lo que los muros que comprenden dichas áreas deben cumplir con el requisito de blindaje con placas de plomo de 2 mm de espesor, traslapadas un mínimo de 1 cm en ambos sentidos y evitando perforar la placa para la fijación, ya que pueden existir filtraciones entre los huecos que generen las pijas. Sujeto a revisión de guía mecánica propia de cada equipo y a un estudio de blindaje avalado por un ente certificado, la altura mínima que debe cubrirse con plomo sobre muros en áreas radiológicas es de 2.10 m. En la figura 2.3 se aprecia el momento de la colocación de las laminas de plomo en los muros. Se debe tener el cuidado especial que el trabajo requiere, ya que además de presentar una importante dificultad en el manejo del material, cualquier fisura o hueco en el blindaje pone en riesgo la salud e integridad de usuarios y técnicos.

El área debe estar protegida en su totalidad, por lo que sería necesario blindar las puertas de intercomunicación de tales espacios con la misma placa de plomo colocada entre las hojas de triplay o material de carpintería indicado por el cliente. Se entrega, por parte de la Dependencia, detalle de colocación en puerta y marco de la misma en plano de carpinterías que asegura el perfecto traslape de

las placas de plomo para asegurar la efectividad del blindaje. El plomo agrega un peso importante a las puertas de intercomunicación por lo que será necesario construir un marco de acero de PTR fijo a piso para contribuir a las demandas de carga que generará el uso constante de la puerta y muros. No es necesario una sección muy grande, el análisis de cargas y resistencias permite colocar un perfil que pueda esconderse fácilmente en el muro de tablaroca adyacente por lo que un PTR de 2" x 2" es el indicado para hacer el soporte de la puerta. Se debe buscar la forma de fijar el marco a losa o superficie rígida (estructura metálica si es el caso) extendiendo los postes para la mejor estabilidad del marco.



Figura 2.3 Blindaje de áreas con láminas de plomo

Un elemento importante a considerar en las áreas radiológicas son las mirillas de cristal que comunican el cuarto de examen con el cuarto de control, ya que además de cumplir con las dimensiones requeridas por la ingeniería biomédica y guía mecánica, también debe contar un con refuerzo de acero (similar al de las puertas) oculto en muro para soportar peso y acciones del elemento.

Otro elemento de importancia a considerar es el aislamiento térmico y sonoro que el cuarto de Audiometría requiere, para lo que se colocó placa de lana mineral entre los muros de tablaroca (figura 2.4) así como el cambio en el piso de madera y alfombra en lugar del porcelanato utilizado en el resto de

la superficie de la sucursal. Este se utiliza de igual manera en el cuarto de electroencéfalo, por la sensibilidad de los pacientes al momento del análisis.



Figura 2.4 Aislamiento de muros con lana mineral de fibra de vidrio.

PINTURA

Los colores a utilizarse para acabados finales de la sucursal deben apegarse al código institucional del cliente y, en este caso, se otorga por parte de la Dependencia detalle de acabado de pintura en muros interiores como exteriores. Las imágenes y logotipos en la fachada exterior del local se aplican por parte de un proveedor ya asignado por la Dependencia, por lo que la Contratista ejecutora se limita aplicar pintura en los muros divisorios internos, plafones, fondo de muros externos, y si se requiere, en elementos metálicos o de estructura que se presenten en la sucursal. Para el CADEM Pirámide, como en todas las sucursales previas recientes, se utiliza pintura vinílica COMEX color blanco con previa aplicación de sellador vinílico a una mano tanto en muros interiores como en plafones. Esta de más mencionar que el acabado final debe satisfacer totalmente la supervisión por parte de la Dependencia. Como parte de la imagen corporativa se debe utilizar exactamente el mismo código de color en los muros que por acabado arquitectónico lo demandan. El código es entregado por la supervisión.

ALBAÑILERIAS

Los trabajos de albañilería se limitan a adecuar el espacio interno del local para la mejor distribución y uso de los espacios. Para la circulación interna del complejo se construyen dos rampas, dado que a lo largo de la sucursal se presentan dos cambios en el nivel de piso terminado, aumentando 40 cm en los ejes C y E. Las rampas deben cumplir con la norma de construcción en ancho de circulación, superficie de rodamiento y pendiente máxima de manera muy estricta. El acabado de las rampas se hizo con concreto blanco y cero fino en acabado lavado para la mejor fricción de los usuarios (sillas de ruedas, camillas) y con la aplicación final de pintura epóxica.

En los cambio de nivel mencionados, además de la rampa, se construyen escalones que revisan perfectamente la norma de peraltes máximos.

La sucursal cuenta con dos salidas de emergencia, una hacia el interior de la plaza, en el arco principal, y otra hacia el pasillo que desaloja la plaza con vista hacia Avenida Teopanzolco.

Como parte de la albañilería debe considerarse la elaboración de los pasos en losa para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, ya que algunas de las áreas de estudio de la sucursal demanda contar con sanitario y/o lavabo para uso de técnicos y pacientes; además de los pasos y trincheras que serán necesarios en la instalación de los equipos médicos. Para futuras sucursales, debe revisarse las distintas accesos y salidas de emergencia para las obras que estos elementos inducen (escaleras, rampas, pasamanos).

HERRERÍA

En la partida de Herrería se considera, como ya se ha mencionado, todos los soportes metálicos para los elementos internos de los muros (blindajes, puertas, mirillas), así como el refuerzo para los cristales exteriores mediante PTR de 2" x 2" fijos a la losa de la sucursal y ocultos mediante los cajillos de tablaroca ya mencionados.

Otros aspecto que se considera en esta partida son los pasamanos de la circulación interna de sucursal, en rampas y escaleras. Estos se fabrican con acero inoxidable fijos al piso con taquetes expansivos según plano de cortes generales. El diseño es arbitrario y podrá definirse por parte de la supervisión interna siempre y cuando se apege a las normas de construcción.

Las bases para las unidades condensadoras localizadas en el espacio asignado del sótano de la plaza comercial también se incluye en esta partida, así como las rejillas y puertas metálicas tipo louver para estas áreas y de la planta de emergencia si se requieren.

CARPINTERÍA

La partida de carpintería comprende, en general, las puertas de intercomunicación dentro de la sucursal así como el mobiliario especial de cada espacio, definido y utilizado en todas las sucursales de la empresa. Las puertas se construyen de acuerdo a especificación de planos con las consideraciones de acceso y circulación de cada área, por lo que se tienen puertas en vanos de 90 cm, 1.00 m y hasta 1.20 m donde se utilizaron puertas de dos hojas abatibles. Como se ha mencionado antes, en las áreas radiológicas ha sido necesario blindar perfectamente las puertas de intercomunicación colocando la misma lámina de plomo utilizada en muros. Debido a que todas las puertas son fabricadas en sitio y de acuerdo a la especificación de cada área, se coloca la lámina de plomo entre las hojas de triplay que la conforma, así como en el batiente de la puerta para asegurar la posible fuga de radiación. El detalle es entregado por el área de proyectos cliente y se cumple con el debido cuidado. Todas las puertas son abatibles con excepción de un clóset en la sala de Tomografía que se tienen puertas corredizas.

El mobiliario utilizado cada área esta definido por el cliente y su uso depende del área donde se localiza, respetando especificación de puertas, entrepaños, herrajes y lo propio de cada pieza que se utiliza en las distintas salas. A continuación se enlistan algunos ejemplos.

Área	Concepto como aparece en catálogo
Preanalítico	Suministro e instalación de mueble para CEYE/PREANALITICO en escuadra de 4.45 m de desarrollo de longitud x 0.60 de ancho según diseño Chopo , incluye sección de gavetas superior para guardado, 1 repisa inferior, montaje de fregadero de acero inoxidable y alacena superior.
Interpretación	Suministro y colocación de mueble para área de INTERPRETACION, de 5.74 m de largo, 0.60 m de ancho y repisa adicional de 2.60 m, según diseño chopo plus, con laminado plástico color blanco, incluye dos porta teclados, dos cajoneras con dos cajones cada una.
Recepción	Suministro e instalación de mueble de control de acceso, Mueble Recepción, cuatro posiciones (diseño Chopo) de 0.70 x 3.6 m, Incluye: cajonera porta teclado cajón monedero con separaciones, área para CPU y área para impresora así como faldón de bastidor de pino recubierto de laminado plástico azul por ambas caras; incluye vidrio de 0.60 x 0.80 m de 12 mm con porta templado doble anclado a cubierta para soportar cristal.

Cabe mencionar que no todos los muebles de la sucursal fueron fabricados por la Contratista, como se mencionó anteriormente, muchos de los muebles propios de la sucursal son de línea y fueron suministrados por algún otro proveedor de la Dependencia (Vonhaucke en sucursales posteriores) en el catálogo del concurso se especifican los muebles suministrados por la Contratista.

CANCELERÍA

El proyecto de acabados para la sucursal involucra muy poco a la Contratista y detalla en planos el zoclo y tipo de plafones con los que debe contar cada área. El resto de los acabados comprende cuestiones de imagen y medios publicitarios de los que se encarga la agencia especializada por parte del cliente.

La fachada exterior de la sucursal debió ajustarse al aspecto y arquitectura de la plaza formada por cancel perimetral de cristal de 9 mm con película transparente y costillas de 9 cm, fijo a piso y plafón con zoclo de aluminio tipo Herculite en color duranodik y con una estructura de acero oculta en plafón en la parte superior. Las puertas de acceso, así como la salida de emergencia consideraron esta arquitectura y se fabricaron con la misma especificación, solo que las puertas se hicieron de cristal templado para la colocación de herrajes y chapas. En el interior de la sucursal, se cuenta con una puerta de cristal corrediza en el área de digitalización, con película humo para el aislamiento visual y lumínico del área con los pasillos internos del CADEM. Otra omisión del proyecto es el tipo de carrete y conectores que se utilizan para la puerta corrediza de esta área. Con la intención de homogeneizar todas las sucursales a lo largo del país, una de las decisiones importantes es que se utilice el mismo sistema de riel y elementos de aluminio para el deslizamiento de la puerta. Se ha establecido, posterior a la construcción del CADEM Pirámide, el diseño que ha de utilizarse en todas las sucursales posteriores a ésta.

Como parte de la cristalería, se comprenden todas las mirillas de los cuartos de control de la sucursal, formadas por un cristal cuádruple de 19 mm colocados unos tras otro. El tamaño de la mirilla depende de las necesidades del estudio, considerando el espacio y el tipo de estudio que en cada cuarto se realice (figura 2.5).

Las guías mecánicas de algunos equipos recomiendan utilizar vidrios emplomados para las mirillas de cuartos de control. Para las sucursales de Chopo se considera suficiente (con un respaldo científico) los casi 8 cm de cristal para detener la onda radiológica.

La guía mecánica informa también, el tamaño mínimo que debe tener la mirilla. En la experiencia de la construcción del CADEM Pirámide se recomienda consultar técnicos y médicos para el tamaño, ángulo y posición de la mirilla, ya que el cambio de cristales posterior al cierre de muros y acabados es muy complicado.



Figura 2.5 Cuarto de Rayos X Flouroscofia. Mirilla de cristales en primer plano.

Para asegurar una estabilidad estructural de los 250 m² que se colocaron de cristal a todo lo largo de la fachada, hubo que construirse una estructura de acero con PTR anclada a losa de concreto reforzado de la plaza, colocando marcos en forma de T invertida a todo lo largo, fijándose el perfil de aluminio en la horizontal de la estructura metálica.

Es recomendable la coordinación con el área de imagen y diseño del cliente antes de cerrar por completo el trabajo de cancelería, ya que se deben considerar banners, posters y pintura en las áreas visibles o de localización estratégica para la imagen de la sucursal.

En el caso del CADEM Pirámide, la falta de comunicación con esta área provocó que se terminara de colocar todo el cancel perimetral antes de aplicar pintura de imagen y banners en muros de tablaroca

en la parte externa de las áreas interiores, por lo que fue necesario hacer un posterior retiro de los cristales para la aplicación de imagen corporativa (figura 2.6).

El diseño de la imagen corporativa va a variar y depende del tipo de sucursal que se tenga, el tipo de estudios o exámenes que en ella se practiquen, así como la arquitectura del sitio donde se localice la sucursal del Chopo, si es en un centro comercial, plaza o un local independiente en la vía pública.

El último detalle a considerar en la partida de cristales son los espejos que se colocan en los distintos baños y vestidores del CADEM, los cuales cumplen con la especificación dada por la Dependencia en cuanto a marcos y tamaños.



Figura 2.6 Fachada de la sucursal con imagen corporativa

MUEBLES Y ACCESORIOS SANITARIOS

Los muebles que los sanitarios de la sucursal deben llevar son los mismos en todas las sucursales y la partida detalla inodoros, lavamanos y tarjas en áreas de limpieza y Preanalítico o CEYE. En el caso del CADEM Cuernavaca, se utilizan inodoros (WC) tipo tanque marca Castell modelo Venus Blanco, lavabo con pedestal marca Castell color blanco con llave mezcladora marca Rinco monomando, cromada. Tarjas de acero inoxidable serie 300 con profundidad de 18 cm modelo C-200 de 57 x 85 con escurridor

izquierdo marca EBTECNICA con soportería, contrarejilla cromada y todas las especificaciones de catálogo para las áreas que la requieren.

Además, los vestidores contarán con ganchos dobles Helvex cromado modelo 106 y los antes mencionados espejos.

Se puede consultar el Anexo 1 de este trabajo la planta arquitectónica del proyecto con la distribución y localización de los espacios y los nombres de las áreas que componen el CADEM.

2.4 Fast track como modelo de ejecución de obra

A pesar de contar con un programa de ejecución de obra, muchos detalles constructivos se van resolviendo conforme se ejecuta la obra misma. El contar con una supervisión constante por parte de la Dependencia facilita la labor y el modelo fast track, que es un sistema de gestión de la construcción en el que el diseño del proyecto y la ejecución de la obra se realizan de manera solapada, superponiendo actividades que normalmente se realizan en una secuencia rígida, produciéndose una considerable reducción del tiempo total.⁵

Así, varios de los problemas de procedimiento constructivo presentes durante la ejecución de la obra se pueden ir resolviendo conforme se ejecuta y desviar o cambiar actividades con el fin de optimizar los tiempos de ejecución.

Debe de existir una perfecta comunicación entre el residente o responsable de la ejecución de los trabajos por parte de la Contratista con la supervisión del cliente, con el fin de poder resolver problemas con la mayor rapidez posible.

Es muy difícil aplicar este sistema a proyectos de obras públicas, ya que se manejan protocolos muy precisos para la ejecución de contratos de gran magnitud. En contraste, la mayoría de los clientes de obras privadas utilizan el método de obra a precio alzado por lo que se facilita la aplicación del método.

⁵ <https://bombarelyedificacion.wordpress.com/2012/01/17/que-es-fast-track/>



CAPÍTULO 3. PROYECTO DE INSTALACIONES

3. PROYECTO DE INSTALACIONES

Las instalaciones comprendidas en la sucursal forman las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, de aire acondicionado y de intercomunicaciones. Además la sucursal requiere de instalaciones especiales de las que se hablará en el próximo capítulo.

3.1 Instalación eléctrica

El proyecto de instalación eléctrica comprende el sistema de alumbrado de toda la sucursal, salidas de contactos normales y regulados y otras salidas de intercomunicaciones, equipos y pantallas. Todos los circuitos se controlan desde su tablero correspondiente localizado en el cuarto eléctrico, en la parte posterior de la sucursal.

De acuerdo al diseño arquitectónico, equipamiento médico e instalaciones de alumbrado, receptáculos y fuerza para equipos electromecánicos y de telecomunicaciones que contendrá la sucursal se prevén las capacidades de cargas conectadas y demandas máximas en la figura 3.1

3.1.1 Iluminación

Para la iluminación interior de la sucursal se instalan luminarias de empotrar en plafón reticular marca Tecnolite modelo PNALED de 45 w de luz blanca fría, y circulares modelo luna 6s para donde se necesite iluminación en plafón ciego de tablaroca. El control de apagadores en áreas comunes se hace desde muros operados por responsables de la sucursal, mientras que en ciertas áreas ha sido necesario colocar *dimmers* rotativos ya que algunos estudios requieren de muy poca iluminación por especificación de la prueba. El sembrado de luminarias se ha propuesto y aceptado de acuerdo al estudio lumínico mínimo para el tipo de establecimiento y se muestra en el Anexo 2.

3.1.2 Receptáculos

Se realiza un sembrado de receptáculos de contactos normales y regulados según el proyecto eléctrico considerando la localización de equipos médicos y de computo según las áreas.

3.1.3 Planta de emergencia

Derivado de la demanda de los equipos y para el respaldo y protección de los equipos y alumbrado de la sucursal, se instala en sótano una planta de emergencia con capacidad de 100 kw. El espacio donde se ha de instalar la planta para cualquier sucursal debe de contar con la suficiente ventilación y las condiciones necesarias para su protección y mantenimiento.

3.2 Instalación hidráulica y sanitaria

El abastecimiento del servicio sería proporcionado por las redes municipales que abastecen el predio donde se localiza el centro comercial, identificando oportunamente las demandas de servicio que la sucursal requiere con le objeto de asegurar el abastecimiento necesario para el uso del local.

La instalación hidrosanitaria para la sucursal abarca solo la elaboración de salidas desde la alimentación principal de la plaza hacia la conexión a las tomas hidráulicas a los muebles de baño y tarja que se localizan en la sucursal, así como la conexión a las bajadas sanitarias del edificio. Se cuenta con cuartos de baños en recepción de hombres y mujeres para personas con capacidades diferentes. Existe otro espacio de sanitarios en área común en el pasillo que lleva hacia la parte posterior del complejo. El resto de los sanitarios existentes se encuentran en los distintos cuartos de examen y análisis, contando con un cuarto de baño cada una de las áreas de Citología, Tomografía, Rayos X Fluoroscopia, Ultrasonido y Ultrasonido 4D. Es conveniente considerarse en la instalación sanitaria todos los drenes de PVC para condensados que se utilizan en los equipos de aire acondicionado así como la colocación de una coladera en el cuarto de limpieza.

Todos los trabajos de instalaciones tanto hidráulicas como sanitarias deben de ejecutarse en el proceso de construcción de muros para establecer las trayectorias mas optimas con previa localización de las tomas de agua y conductos sanitarios correspondientes.

No se detalla procedimiento constructivo de lineas de conducción ni sistemas de drenaje debido a que la gran mayoría de sucursales se localizan en locales o sitios construidos con los servicios disponibles para una ocupación comercial de esta magnitud.

En catálogo se identifican las salidas de instalaciones hidráulicas y sanitarias con el detalle de cada alcance de las salidas, utilizando para la alimentación hidráulica tubo de Polietileno de alta densidad HDPE Plus de diferentes diámetros de equipo hidroneumático acoplado con accesorios termofusionados.

3.3 Instalaciones de aire acondicionado

Existen dos grandes motivos para un proyecto de aire acondicionado. El clima del área geográfica, por un lado, demanda clima artificial para la comodidad de los usuarios y gente que labora en la sucursal, en las áreas comunes y recepción. Por otro lado, existen áreas dentro de la sucursal que requieren de ciertas condiciones climáticas para asegurar el correcto funcionamiento de equipos y comodidad de los pacientes. Se detallarán las condiciones climáticas de cada área en el capítulo 4, cuando se especifiquen los requerimientos de cada equipo de imagen.

Además de los equipos médicos, áreas como el site, cuarto eléctrico y cuarto de máquinas necesitan un flujo constante de aire manteniendo temperaturas recomendadas para las instalaciones de tales áreas, por lo que se consideran equipos minisplit y extractores de aire para cumplir con las necesidades requeridas.

3.3.1 Equipos de aire

El proyecto de Aire Acondicionado fue elaborado y ejecutado por la Contratista bajo las consideraciones de demanda de ambiente y temperatura de cada área, indicadas por la compañía que suministrará los equipos médicos. En el proyecto se consideran una manejadora de aire de 5 toneladas, un *Fan and Coil* de 5 toneladas y varios equipos Minisplit de diferentes capacidades (1, 1.5, 2 y 5 t) para las distintas áreas. La distribución quedó de la siguiente forma:

Área	Equipo de aire acondicionado
Cuarto de máquinas	Minisplit de 5 toneladas
Cuarto de control de Resonancia Magnética y Tomografía	Minisplit de 2 toneladas
Recepción	Unidad manejada de aire de 5 toneladas
Electrocardiograma dinámico y Ecocardio	Minisplit de 1.5 toneladas
Pasillo posterior a recepción	Equipo <i>Fan and Coil</i> de 5 toneladas
Sala de Tomografía	Minisplit de 5 toneladas
Rayos X Fluoroscopia	Minisplit de 1 tonelada
Rayos X	Minisplit de 1 tonelada
Mastografía	Minisplit de 1 tonelada
Revelado	Minisplit de 1 tonelada
Densitometría	Minisplit de 1 tonelada
Cuarto eléctrico	Minisplit de 5 toneladas
SITE	Minisplit de 1 tonelada

El sembrado de los equipos minisplit de aire acondicionado se muestra en el Anexo 3 junto con las trayectorias que debería seguir la instalación necesaria para tales equipos. Esta se modificará durante la ejecución de los trabajos debido a las características físicas del local y los impedimentos que se presentaron al querer hacer los pasos hacia el área de las condensadoras, ubicada en un par de cajones de estacionamiento en el sótano de la plaza. El Anexo 4 muestra el sembrado de la manejadora y el *fan and coil*, así como la trayectoria de la ductería que estos equipos requieren.

Sin embargo, una vez en uso las instalaciones, posterior a la inauguración de la sucursal, se observa falta de equipos de aire acondicionado en más áreas e incluso sustituir algunos a los de proyecto en las tareas de la tabla anterior. El problema se soluciona de inmediato por la Dependencia en conjunto con la Contratista. Como parte de los equipos se instalan 5 extractores para baño de bajo nivel sonoro modelo *Silent 200* y 3 extractores *Silent 300* para los distintos baños del CADEM.

Es recomendable revisar la especificación y requerimiento de operación de cada equipo médico para el cálculo de las capacidades de los equipos de aire acondicionado, así como el volumen del cuarto o áreas comunes de la sucursal.

3.3.2 Condensadoras

Como parte del proyecto de aire acondicionado, se ubican las unidades condensadoras correspondientes a los equipos en el sótano de la plaza, en cajones de estacionamiento asignados para el uso del local. Las unidades se colocan sobre bases de herrería y se construye un muro de tabique para aislar el cuarto y se coloca una puerta corrediza de herrería con rendijas tipo louver para la ventilación del área, además de considerar extractores de aire por el incremento de temperatura dentro del cuarto. La bajada de tubería de cobre desde la sucursal en el punto donde se centraliza se localiza muy cerca del sitio de condensadoras teniendo una corta pero considerable trayectoria de todas las tuberías aisladas.

3.4 Ingeniería de telecomunicaciones

La partida de telecomunicaciones no es parte, en general, de lo que concursa la Contratista. Por lo tanto, en este apartado solo se menciona sin dar seguimiento al procedimiento constructivo.

De acuerdo a las necesidades de la sucursal, se identifican los puntos de localización de los nodos de intercomunicación para el área de recepción y equipos de cómputo a utilizarse dentro de la sucursal.

El sistema de intercomunicación del complejo comprende los nodos de voz y datos de las áreas mencionadas y el *interphone* instalado en el área de recepción y hacia los distintos espacios de la sucursal.

3.4.1 Site y comunicación interna del complejo

En la parte posterior de la sucursal se ubica el site, cuarto donde se instaló el rack de intercomunicaciones. El sembrado de la charola de instalaciones utilizada se muestra en el Anexo 5. Se utilizó una charola de 30 cm desde la conexión con el rack y a lo largo de toda la sucursal oculta en plafones, con las derivaciones hacia los nodos necesarios de cada área.

En la parte de la recepción se instala un tomaturno que requiere un nodo y es el punto más alejado del rack. Se recomienda revisar las distancias máximas para el óptimo desempeño del cable UTP utilizado para cada salida de datos. En algunas sucursales se entrega por parte de la Dependencia localización del *interphone* y la Contratista debe realizar las canalizaciones y salidas indicadas.

3.4.2 CCTV

La partida del Circuito Cerrado de Televisión estuvo a cargo de la Dependencia y no se solicitó preparación de instalaciones por parte de la Contratista. Sin embargo, no se debe descartar la posible asignación de algún trabajo como canalizaciones o el suministro y colocación de los equipos para dicha partida.

En este caso particular, se tiene un sistema de televisión y monitoreo controlado desde el edificio principal y las cámaras se localizan en los alrededores del laboratorio, accesos principales y perímetro de fachada. El sistema de control interno se maneja directamente con el personal de la sucursal médica. El trabajo de planeación y localización de cámaras de vigilancia dentro de las sucursales es realizado por la Dependencia o la Contratista encargada de la partida.



CAPÍTULO 4. INSTALACIONES ESPECIALES PARA EQUIPOS MÉDICOS

4. INSTALACIONES ESPECIALES PARA EQUIPOS MÉDICOS

Además de las instalaciones mencionadas en el capítulo anterior, una sucursal de apoyo al diagnóstico de especialidades médicas requiere ciertas instalaciones distintas a las convencionales de edificaciones. Según sea el caso, y de acuerdo a las especialidades que se tengan en la sucursal, se deben considerar y revisar cada una de las guías mecánicas que el proveedor de los equipos médicos ofrece para los requerimientos mínimos y específicos del área donde ha de instalarse cada equipo. En el presente capítulo se revisan las particularidades de los equipos instalados en el CADEM Pirámide y los trabajos en cada área para el cumplimiento de los requisitos de los equipos instalados.

Para el caso particular de este CADEM, se contó con el proveedor de los equipos médicos en *General Electric*, quien fue el responsable de visitar la obra en su etapa de construcción para el correspondiente levantamiento de área para la elaboración de las guías mecánicas de cada equipo a suministrar. Es responsabilidad de la Contratista cumplir con los requisitos del espacio físico y demandas eléctricas del equipo correspondiente. En el CADEM, las áreas con equipos *GE* son de las siguientes especialidades:

- Resonancia Magnética
- Tomografía
- Rayos X Fluoroscopia
- Rayos X
- Mastografía
- Densitometría y
- Electrocardiograma dinámico

En las líneas siguientes se enuncian las principales consideraciones de obra e instalaciones de cada especialidad con el fin de marcar lineamientos constructivos.

4.1 Equipos médicos especializados: Guías mecánicas

Cada equipo médico necesita situarse en un espacio acondicionado para su funcionamiento óptimo. Es responsabilidad del proveedor de los equipos entregar las guías de instalaciones específicas de cada equipo realizando una visita a sitio del espacio físico donde ha de colocarse el equipo médico. El técnico visitante debe llevarse información de entresijos, instalaciones bajo losa, dimensiones y área de cada cuarto, para considerar las trayectorias de conexiones a tableros y, en su caso, el Gantry del equipo.

Una guía mecánica consta de varios planos con detalles estructurales, eléctricos, de equipos y listas de verificaciones, entre otras. En casi todas las áreas de estudios de diagnóstico por imagen, se cuenta con un área de examen (exam room) y un área de control (control room) y se refieren a la posición que toma el técnico y el paciente a la hora de la ejecución del examen médico.

Además, las guías mecánicas demandan consultar el manual de Pre Instalación de GEHC (General Electric Health Care), y de no consultarse resulta en documentación incompleta requerida para diseño y preparación de sitio. Los manuales se consultan, como lo indica la guía, en la página www.gehealthcare.com/siteplanning.

A continuación se presentan las guías de los equipos utilizados en el CADEM Pirámide y los procedimientos constructivos para cumplir con todos los requisitos de instalación de tales equipos.

4.1.1 Sala de Tomografía

El equipo utilizado para Tomografía es el *Brivo CT385*. El equipo se encuentra en la sala de examen y se comunica con la sala de control mediante una mirilla fabricada con un cristal cuádruple, que protege al técnico radiólogo de las emisiones de radiación del equipo. El peso aproximado de los cristales es de 50 kg/m² por lo que una mirilla de 1.50 x 1.20 m pesa poco menos de 90 kg. Cuatro cristales de este peso es impensable que puedan soportarse sin un marco de herrería barrenado a piso o losa superior, por lo que deben construirse estas estructuras ocultas en los muros de tablaroca para cada área que requiera este tipo de mirillas. La colocación es un cristal tras otro, en el vano abierto para la observación del paciente, sobre el emboquillado del muro, sellando el perímetro de la mirilla. Al final, el marco se

recubre con una chambrana de madera como acabado arquitectónico sobre la cual se coloca un recubrimiento con plomo entre el marco y el muro para asegurar el blindaje total entre los cuartos de examen y de control. La construcción de mirillas en las demás áreas es de forma similar y solo dependería del tamaño especificado por la necesidad del estudio.

La guía mecánica se compone de 8 planos y son los siguientes:

- C1 Listas de verificación
- A1 distribución de equipos
- S1 Distribución estructural
- S2 Detalles estructurales
- E1 Distribución eléctrica
- E2 Especificaciones eléctricas
- E3 Detalles eléctricos
- D1 Detalles de equipos

En la lista de verificación se incluyen los requisitos de envío y entrega de equipo, que son básicamente las condiciones que se deben presentar en sitio al momento del suministro e instalación del equipo por parte del proveedor y que son responsabilidad de la contratista cumplir al pie con dichas especificaciones. Previo a la entrega del equipo se realizan visitas por parte de los técnicos para evaluar si el sitio de instalación cumple con esta guía y si no se han cumplido no se envía el equipo a la sucursal. El equipo se muestra instalado en la figura 4.1 y hoy en día se atiende un gran número de pacientes en ésta área de la sucursal.

En el A1 (distribución de equipos) se encuentran especificaciones de ubicación de equipo en sitio físico con un levantamiento en planta del área donde se ha de instalara el equipo, cargas térmicas (emisión de calor por hora), peso de los componentes y especificaciones ambientales del equipo.

Dentro de los requerimientos de un *Brivo CT385* se detallan los artículos suplidos e instalados por el cliente/ contratista, como una mesa para el equipo de control, la mirilla o ventana emplomada (o que

cumpla una condición de blindaje), la luz exterior de advertencia de rayos X, un interruptor de límite de puerta (no requerido en todas las sucursales, revisar código de estado) y los detalles en dimensiones de la apertura mínima en puertas para maniobra e instalación de equipo. Además, *GE* ofrece suministrar dos componentes más, que, a elección del cliente, pueden adquirirse con este proveedor o hacerlo de forma externa. Se recomienda contactar al proveedor de los equipos para el suministro de estos componentes, ya que asegura el mejor funcionamiento del equipo. Los componentes son el control de luz de advertencia en la habitación y el tablero de control de desconexión principal. Otro apartado importante es el de especificaciones generales del área, en donde se señala, entre otras cosas, que el requisito de altura del techo es para asegurar que la función del equipo no sea inhibida. Se debe cumplir con dimensiones de circulación en pasillos y puertas de acceso, desde el punto de entrega hasta donde se instalará el equipo, para asegurar la ruta física de maniobra e instalación del equipo. En las especificaciones generales se habla, también, de posibles cambios eléctricos o en la arquitectura del cuarto, los cuales deben estar bajo el consentimiento del proveedor.



Figura 4.1 Tomógrafo GE *Brivo CT385* en sitio, CADEM Pirámide Cuernavaca, Morelos.

En cuanto a las especificaciones ambientales se habla de la temperatura de operación del equipo, que debe oscilar entre los 18 y 26 °C, un máximo cambio de temperatura admisible debe ser de 3 °C/hora y

el gradiente máximo de temperatura de ambiente deberá ser de 5 grados Celsius. La humedad debe ser de 30 a 60% sin condensación y el cambio máximo admisible es de 5%/hora. La altitud del sitio de instalación no debe exceder los 300 m sobre el nivel del mar. No se debe restringir la toma o escape de aire de los componentes del equipo. La guía hace mención específica en que las condiciones ambientales deben mantenerse en todo momento, incluyendo durante las noches, fines de semana y días festivos.

Las especificaciones de interferencia magnética particulares de este equipo habla de los valores permisibles de campo magnético, el cual debe ser menor a 1 Gauss en el Gantry para garantizar la calidad de la imagen y menor a 10 Gauss en la computadora del CT para garantizar la integridad de los datos.

El plano estructural S1 muestra únicamente el desplante de la fijación del equipo al piso, lo que demanda una perfecta nivelación ya que se revisa el desnivel del área y si éste presenta una pendiente mayor a 3° se considera no apto y no procede la instalación del equipo. Todos los trabajos en acero y piezas necesarias para sostener el equipo debe ser suplido por el cliente o Contratista. Debe favorecerse métodos de soporte para el trabajo en acero que permitan montura en acero estructural o a través de tornillos en construcción de concreto. No se permite usar anclajes de concreto o mampostería en tensión directa. Es responsabilidad también del Contratista proveer y ejecutar cualquier penetración a muro o piso así como detectar obstrucciones mientras se lleva a cabo un barreno y solucionar la forma de anclaje del equipo.

El plano de detalle estructural muestra la forma precisa de anclaje, señalando profundidades de tornillos, ubicación de una arandela de anclaje y las posiciones al milímetro de las tuercas y niveladores. El plano eléctrico E1 trata de los detalles de puntos de union de componentes eléctricos y señala, una vez mas, cuales son suplidos e instalados por la contratista y cuáles llegan con la instalación del equipo suministrados por el proveedor. Señala requisitos de trabajos de ductos, entre los cuales para este caso particular, se señala que deben ser de metal con divisores y tener cubiertas removibles y accesibles, deben ser certificados para propósitos de energía eléctrica y señala que de utilizarse PVC como sustituto debe ser en concordancia con todos los códigos nacionales y locales. Una observación destacada para la instalación del *Brivo CT385* es que todos los cables deben ser de THHN o TFFN de

cobre termoplástico de 600 V y que no sea permitido el uso de cables sólidos o de aluminio. Debe revisarse la especificación eléctrica a detalle de cada equipo para evitar faltas graves a técnicos, pacientes o el mismo equipo médico.

El diagrama de interconexiones muestra las trayectorias que han de seguir los componentes eléctricos y una vez más, depende del sitio físico y las ubicaciones de cada componente. Muestra además una tabla de especificaciones eléctricas donde puede consultarse el voltaje de la fuente principal y la línea de voltaje nominal, así como las variaciones diarias de voltaje. Demanda un transformador de distribución solo para el equipo de 50 kva. La guía muestra en planta el cableado suministrado por la Contratista y el cableado que incluye el suministro del equipo por el proveedor, *General Electric*, además de ser muy enfático en las distancias máximas entre los puntos de unión. Las unidades se presentan en pies y metros para un mejor entendimiento. Finalmente, al pie del plano se ubican notas eléctricas importantes relacionadas con códigos de cableado y localización de tomacorrientes, las cuales no necesitan un lugar específico pero se recomienda situarlas en lugares cercanos al sistema de control, unidad de distribución eléctrica y uno en cada muro del cuarto de procedimiento. Todos deben ser aprobados por hospitales o de equivalencia.

El plano D1 de detalles del equipo muestra dimensiones de las mesas, computadoras y estaciones de trabajo necesarias para el funcionamiento del tomógrafo, datos que no se deben dejar pasar para el dimensionamiento de espacios y así obtener la mejor funcionalidad del equipo médico.

4.1.2 Rayos X Fluoroscopia

El equipo propio de la fluoroscopia es el *Thunis 800+* y la guía mecánica consta de 7 planos específicos que se enlistan a continuación:

- Portada
- Layout de equipamiento
- Layout eléctrico
- Detalles estructurales
- Requerimientos y distribución de potencia
- Especificaciones de temperatura y humedad

- Interconexiones

En la portada se muestra foto, fecha y datos de la sucursal donde se instalara el equipo, con el contenido de la guía, certificado de proveedor y el contacto del técnico responsable por parte de GEHC.

El layout del equipo se observa en la figura 4.2 y muestra los componentes del *Thunis 800+* así como sus medidas y pesos. La figura se presenta tal y como se muestra en la guía mecánica y es bastante entendible para los instaladores y la Contratista. Una vez mas, se debe hacer un levantamiento previo del espacio físico para obtener las medidas del área y posición específica de cada componente.

El layout eléctrico muestra la trayectoria y ubicación de los componentes eléctricos y necesidades del sitio como aperturas en piso para paso de instalaciones, botón de apagado de emergencia, luces indicadores de rayos X, y tomacorrientes y sockets necesarios para el funcionamiento del equipo. Las trayectorias se muestran con alta especificación si deben ser ductos por muros o bajo piso. La experiencia de construcción de esta área en el CADEM Pirámide ha sido que se encontraron obstáculos para la instalación de sustos bajo piso, por lo que hubo que fabricarse una canalización aparente sobre el piso para el paso de instalaciones eléctricas, todo avalado por el técnico proveedor.

El plano de detalles estructurales presenta las distancias de fijación y demanda de cargas del piso donde ha de instalarse el equipo. Se hace nuevamente el señalamiento de nivelación en el piso, el cual no debe exceder 1 mm de variación entre un punto y otro cualquiera en el área. Presenta tamaños de huecos necesarios para la instalación de placas y base del equipo así como la localización exacta del centro de gravedad de lo que se instala. El equipo trabaja a 400 V. En el plano de requerimientos de potencia se tienen todas las especificaciones eléctricas y características de cables a utilizar así como la unidad de distribución, caja de distribución, generador, etc. Los requisitos de temperatura y ambiente son descritos en uno de los planos contenidos en la guía mecánica. Y, a grandes rasgos, hace mención de las temperaturas de funcionamiento y fuera de uso, humedad relativa y disipación de calor tanto en el cuarto de examen como en el área de control.

EQUIPMENT LAYOUT			
ITEM	DESCRIPTION	DIMENSIONS LxWxH (mm)	WEIGHT (kg)
1	TABLE	2000x1591x2847	816
2	POWER DISTRIBUTION UNIT (PDU)	448x503x696	-
3	GENERATOR CABINET	459x484x1237	164
4	POWER DISTRIBUTION BOX (PDB) (NOT SUPPLIED BY GE)	-	-
5	WALL STAND	625x200x1829	75
6	IN-ROOM MONITOR CART	425x206.5x510.5	-
7	OPERATOR CONSOLE	1285x750x780	-
WALL - ACCORDING TO RECEIVED DRAWING			

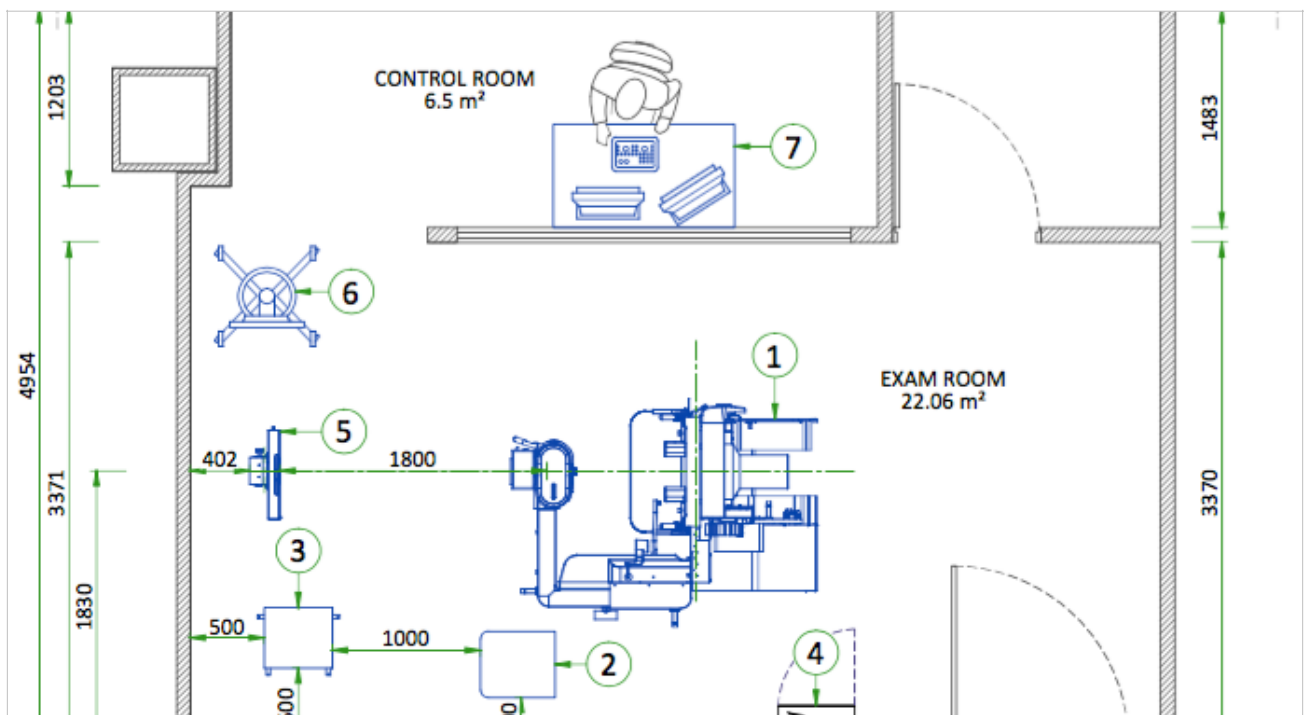


Figura 4.2 Layout de equipo para área de Rayos X Fluoroscopia, CADEM Pirámide Cuernavaca, Morelos.

Un apartado en las especificaciones de temperatura y humedad muestra el espacio necesario de movimiento del equipo, es decir, las posibles posiciones que puede tener rotando sobre varios ejes como parte de las ventajas de este equipo en particular para una mejor funcionalidad. El equipo puede girar hasta 100° respecto a la vista frontal y correr de lado a lado en todo lo largo del riel de posicionamiento. En la figura 4.3 se puede apreciar instalado en sitio el Thunis 800+ dentro del CADEM.



Figura 4.3 *Thunis 800+*, equipo de Fluoroscopia en sitio, CADEM Pirámide Cuernavaca, Morelos.

4.1.3 Mastografía

El equipo a utilizarse para el estudio de Mastografía en el CADEM Pirámide es el *Xenographe Crystal* y la guía de instalación no es tan complicada como la mayoría de los equipos en este trabajo descritos. El área, sin embargo, también demanda protección radiológica en muros y puertas debido a la radiación que emite el equipo en uso. Esta onda se propaga de forma distinta a las de los equipos de Rayos X por lo que el espacio destinado al control no se encuentra aislado del área de examen como en otras especialidades y ambas actividades se llevan a cabo en el “mismo cuarto”.

En el catálogo del concurso se solicitaba el suministro e Instalación de gabinete de control para Mastografía, a base de caja Himel de 60 x 60 x 20 cm de sello hermético, incluyendo contactor S3 3RT1045 *Siemens*, fusible NH GL 50 AMP con base de 80 AMP, de 63 y de 10 (2 pzas), transformador de voltaje 440-127 volts 1 pza, barra de cobre de 1"x20 cm 2 pzas, aislador tipo de manzana 4 pzas, tornillo de bronce al silicio 18 pzas, zapatas ponchables de 2/0 8 pzas responsabilidad completa de la Contratista tener esta especificación lista para cuando se entregue el equipo.

4.1.4 Densitometría

La guía del densitómetro es también muy simple y se compone básicamente de los detalles eléctricos y especificaciones generales, así como algunas especificaciones ambientales del sitio y de interferencia magnética. El voltaje que demanda el equipo instalado es un voltaje nominal de 120 v, 1 fase, 1 neutro, 1 tierra aislada a 60 Hz. El área de densitometría no requiere de especificaciones de mirillas, blindajes ni suministros energéticos especiales, por lo que no se profundiza en la guía de este equipo.

4.1.5 Resonancia Magnética

El área de Resonancia Magnética es el espacio con mayor número de especificaciones y detalles. Un área destinada a realizar estudios de resonancia magnética esta expuesta a altos campos magnéticos por lo que las especificaciones son muy importantes tanto en el procedimiento constructivo como una vez instalado y funcionando el equipo. En la figura 4.4 se aprecia la puerta del área terminada con las especificaciones para un paciente antes de realizar aun estudio de MR (por sus siglas en inglés, *Magnetic Resonance*).



Figura 4.4 Especificaciones al acceso a sala de Resonancia Magnética en CADEM Pirámide Cuernavaca, Morelos.

El equipo utilizado es un Optima MR 360 y la guía mecánica contiene los siguientes planos:

- Listas de verificación C1
- Distribución de equipos A1
- Distribución estructural S1
- Detalles estructurales S2
- Distribución eléctrica E1
- Especificaciones eléctricas E2
- Detalles eléctricos E3 y E4
- Distribución mecánica M1
- Detalles de equipos D1 y D2
- Diseño del escudo SH1 y
- Requerimientos del escudo SH2

La lista de verificación se utiliza por parte del proveedor para la visita a sitio una vez entregadas las guías y con cita de la Contratista para revisión del área para la autorización de entrega del equipo.

El plano de distribución de equipos A1 señala por un lado los componentes del equipo ordenado y a instalarse por *GE HEALTHCARE* que es, el enfriador de agua para la bobina, el transformador reductor, el compresor de enfriamiento, el aparato enfriador, la camilla del paciente, el gabinete fantasma, la cabina de proceso de apagado del magneto, la caja de ventilación, el magneto con blindaje activo, el gabinete del sistema, la malla protectora, el panel de penetración, la mesa de estación de trabajo, la consola del operador con monitor LCD a color, el gabinete de la consola del operador, la caja de control de alerta para paciente y la silla del operador. Por otro lado, los artículos suplidos e instalados por la Contratista a considerar de extrema importancia son:

- la pared removible para la entrega o extracción del magneto con dimensiones mínimas de 2743 x 2743 mm,
- la apertura mínima en puerta para la entrega del equipo de 1092 x 2083 mm contingente a un corredor de 2438 mm de ancho,

- piso de acceso no metálico con 610 x 610 mm paneles extraíbles y equipo de apoyo requerido dentro del cuarto del magneto,
- un extractor de aire del cuarto de iman (llamado así al cuarto de examen en este caso particular),
- blindaje magnético,
- unidad de aire acondicionado,
- un mueble con cajones para artículos variados,
- gabinete para guardar bobinas de superficie, cojines de posicionamiento del paciente , fantomas, etc

El resto de la guía muestra las mismas especificaciones que se han mencionado en las áreas anteriores; detalles de instalaciones eléctricas, condiciones físicas del sitio, trayectorias, conexiones y pasos.

En la guía se incluye una planta del área con el cuarto de máquinas, el cuarto de examen y el cuarto de control, con la localización detallada de cada componente del equipo; además de una representación del campo magnético generado.

La sala del iman se encuentra aislada del exterior por un recubrimiento de cobre creando el efecto de una jaula de Faraday, principio que describe el aislamiento de un campo magnético fuerte de tal modo que las descargas que se producen en el exterior no afectan al magneto en el interior de la jaula.

La sala se comunica con la sala de control a través de una mirilla de cristal cuádruple (similiar a las de las demás áreas) y un fino apantallamiento tipo celda. A través de ella se establece contacto visual con el paciente a efectos de vigilancia y, como su nombre lo indica, control.

Entre sus características arquitectónicas y de diseño hemos de destacar que en su construcción no pueden utilizarse materiales ferromagnéticos y que ha de contar con interruptores de parada de emergencia del imán, los cuales sólo deberán utilizarse en casos de extrema urgencia (Quench). Todas las salas que contienen imanes superconductivos cuentan con un sistema de alarma que se dispararía en el caso de que se produjera un escape de He gas. Debido a la gran cantidad de calor que se genera en el interior de la sala, y teniendo en cuenta la alta sensibilidad de todos los elementos del equipo, se precisa un sistema de refrigeración que mantenga la sala en torno a los 21 °C.

El imán es el elemento mas importante de un equipo de Resonancia Magnética. Es el responsable de la creación del campo magnético principal y su potencia se mide en Teslas (1 T= 10,000 Gauss).⁶

El procedimiento constructivo tiene una importante participación al momento de la maniobra con el imán, ya que debido a su peso y dimensiones, dos importantes consideraciones se deben tomar para el manejo de este componente. Primero, se debe considerar dejar un espacio en muro para la introducción del imán a la sala de examen, ya que no cabría si se planea meter por la puerta. Para este caso, no se dio acabado en un muro de la sala y por la parte exterior, debido a la fachada de cancelería del CADEM, se dejó un hueco para el momento de llegada del magneto, posterior a eso, se continuo el trabajo en la fachada colocando los cristales faltantes y la imagen corporativa. El segundo reto constructivo viene también al momento de maniobrar la introducción del magneto ya que debido al peso de este componente (5,000 kg aproximadamente) se requirió un refuerzo de losa inferior en la parte del sótano de la plaza, con apuntalamiento de elementos metálicos, además de colocar un refuerzo permanente a base de una viga de acero entre las columnas de carga tributarias del sitio final del imán. En la figura 4.5 se aprecia el momento en que llega el magneto a la sucursal y es llevado al interior de la sucursal, por el hueco en la fachada con las especificaciones requeridas.

Es necesario hacer un estudio estructural del sitio donde se ha de instalar el magneto, ya que, como lo señala la guía, el total del equipo rebasa las 9 toneladas de peso, por lo que para la maniobra antes descrita se realizó un reforzamiento temporal de losa a base de postes de acero en la parte del estacionamiento y se construyó un marco con una viga IPR de 12" x 8" entre las columnas que tributariamente soportarán la posición final del equipo.

Los trabajos de reforzamiento deben ser revisados y calculados por un especialista que la Dependencia debe cubrir y que, cuando se presente el momento, debe supervisar se ejecuten los trabajos con el cuidado necesario ya que cualquier falla en el reforzamiento podría provocar daños a la estructura donde se localiza el laboratorio así como en el equipo y esto representaría un altísimo sobre-costos.

⁶ Calvo Pérez E. Resonancia Magnética para técnicos. liberlibro.com. pp. 08.



Figura 4.5 Maniobra de ingreso de iman a sala de Resonancia Magnética en CADEM Pirámide Cuernavaca, Morelos.

Tubo de Quench

La sala técnica suele estar situada al lado de la sala del imán. Recibe este nombre porque es el lugar en el que se encuentran los armarios técnicos. Requiere una superficie aproximada entre 10 y 12 metros cuadrados. Es una zona de trabajo reservada, casi en exclusiva, a los Técnicos de Mantenimiento de los equipos. No obstante hay determinados controles que, aunque de manera esporádica, pueden ser realizados en ella por el operador del equipo de RMN (verificación de los valores de volumen y de presión del helio o comprobación de las temperaturas de entrada y salida del agua del circuito de refrigeración del compresor de helio, por ejemplo). Es importante comprobar periódicamente los valores de presión y volumen de helio debido a que a temperatura normal el helio se encuentra en estado gaseoso; pero en los equipos de RMN se mantiene en estado líquido gracias a un compresor que está funcionando permanentemente. Si el compresor se parara el helio comenzaría a evaporarse e iría saliendo al exterior a través de la chimenea de evacuación, situada en la parte superior del equipo de

RMN. Sabríamos que el compresor ha dejado de funcionar porque dejaríamos de escuchar el ruido rítmico que se produce durante su funcionamiento. La presión idónea del helio se mantiene estable gracias a que el compresor, en condiciones normales, no deja de funcionar en ningún momento. Si, debido a una avería, el compresor dejara de trabajar el helio se iría evaporando y sería evacuado al exterior. Si la avería fuera permanente habría que avisar al servicio técnico.

Si la presión llegara a descender por debajo del valor indicado por el fabricante habría que suspender las exploraciones. Por ejemplo, en el modelo Signa 1,5 Teslas de G.E. los valores normales son entre 2 y 4 unidades psi (una Atmósfera de presión equivale a un bar y un bar a 14,50 psi).

El volumen de helio se expresa en tantos por ciento. Con el tiempo es normal que el valor del mismo vaya disminuyendo; ahora bien, si bajara por debajo del 50% no se debería trabajar ya que disminuiría la superconductividad de la bobina del imán y podría producirse una explosión del tanque que contiene el helio. Si se llegara a producir esta situación, el helio se liberaría de manera brusca y se distribuiría con rapidez por la sala de exploración. Sabemos que el helio no es inflamable pero se produciría un desplazamiento del oxígeno y el paciente podría fallecer por anoxia si no fuera sacado rápidamente de la sala del imán.

La expulsión de helio en esta condición debe hacerse mediante un conducto de acero al carbón, fabricado e instalado por la Contratista, llamado tubo de Quench y debe seleccionarse la mejor trayectoria para el desfogue exitoso del helio a presión, hacia un área completamente abierta y libre del tránsito humano, simulando lo que pasaría con una chimenea.

La sala técnica, al igual que ocurría con la sala del imán, tiene unos requerimientos muy exigentes de control de la temperatura. Para garantizar un correcto funcionamiento de los componentes electrónicos que alberga, no debería superar los 21 °C.

La última parte de la guía mecánica detalla el escudo de láminas de acero al silicio que se coloca en un extremo del cuarto del imán y en una parte del piso del área, que es la parte colindante con el exterior de la sucursal donde se debe contar con un aislamiento total de campos electromagnéticos. El procedimiento constructivo de la colocación de este escudo obedece a las indicaciones de los técnicos del proveedor quienes recomiendan se coloquen las capas de láminas pedidas por la guía mecánica en

forma de sandwich y se adhieran con un material cementoso ya que esta estrictamente prohibido utilizar cualquier tipo de tornillo o pija ferromagnético.

4.2 Otras áreas

Sin dejar de lado las demás especialidades de la sucursal, fuera de las manejadas por equipos grandes de *GEHC*, debe de tomarse la misma atención en los requerimientos de cada espacio de la sucursal. El área de Audiometría y Espirometría requiere, como ya se ha mencionado antes, un espacio aislado de las condiciones externas por lo que además del recubrimiento de lana mineral como aislante térmico y sonoro. El espacio luce alfombrado y en una condición de limpieza muy estricta. Dentro del cuarto se localiza la cámara silente, donde se realizan las pruebas de audiometría.

En las dos distintas áreas de Ultrasonido se requiere de la instalación de las pantallas para la proyección de la imagen del estudio para una mejor apreciación del paciente y del técnico, así como el equipo de aire acondicionado para asegurar el confort del paciente. Cada área de ultrasonido cuenta con su propio baño vestidor, contrario a lo presentado en proyecto original donde se tenía un baño compartido para Ultrasonido y Ultrasonido 4D.

En la parte del sótano se localiza el cuarto de condensadoras y el espacio destinado a la planta de emergencia. Las necesidades de obra civil son las convencionales y se coordinan con los proveedores responsables de cada contenido. Las especificaciones que destacan en estos espacios son la construcción de puertas louver de herrería para la correcta ocultación de aire en diferentes temperaturas, muros sonidos de tabique y opciones de desfogue al exterior, ya que los elementos encontrados en esta área despiden una gran cantidad de calor al estar en funcionamiento.

Normalmente, la gente laborando en el área de interpretación necesita trabajar a una baja intensidad luminosa, por lo que de ser necesario, la iluminación destinada a este espacio debe hacerse de forma indirecta mediante cajillos que oculten tiras LED o lámparas dimeables, como las presentadas en algunas salas de exámenes médicos.



CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El CADEM Pirámide se abrió al público el 11 de mayo del 2016, con las áreas terminadas casi en un 100% y con todos los servicios disponibles que la sucursal ofrece. Sin embargo, como en toda obra de esta magnitud, se presentaron áreas de oportunidad en algunos de los espacios terminados y se generaron opiniones distintas sobre algunos otros, en los que ya con el usuario final ocupando se hicieron algunas peticiones. Como todos los objetivos en ingeniería, el proyecto y planeación de un producto, pretende evitar problemas, contratiempos y ofrecer el mejor resultado al usuario optimizando tiempo y costo en su construcción.

5.1 Resultados esperados

Debido a la naturaleza de la obra, se esperaban contratiempos naturales en la ejecución de los trabajos. No obstante, se planeó de forma adecuada con el propósito de minimizar los problemas que se fueran presentado y, en caso de ocurrir alguno, darle solución rápida para que la ejecución de la obra no se viera afectada.

Se esperaba la entrega total y a satisfacción del cliente en fecha programada. Sin embargo, la falta de un manual o un protocolo que seguir para el procedimiento constructivo de una sucursal de tal magnitud anticipaba problemáticas durante el periodo de ejecución de la obra.

5.2 Resultados obtenidos

En general, todas las áreas funcionan perfectamente y se cumplió con los requerimientos mínimos de cada espacio específico. El proveedor de los equipos, *General Electric Healthcare*, realizó la instalación de cada uno de los equipos suministrados sin el menor contratiempo. La maniobra de la colocación del magneto para el área de Resonancia Magnética fue todo un éxito y se instaló como dicta el protocolo,

calificando con excelente grado el reforzamiento temporal en el área de sótano y los espacios para maniobra requeridos en la guía mecánica del equipo.

Las áreas en pasillos para maniobra de los demás equipos cumplen con lo requerido y no se presentan dificultades en transportes internos ni instalación. La dimensión del resto de las áreas ha sido el idóneo para las diferentes pruebas que el laboratorio ofrece y las instalaciones hidráulicas, eléctricas y de telecomunicaciones responden correctamente.

El problema se ha presentado con algunos de los equipos de aire acondicionado. En primer lugar, se presentan fallas en el sistema de drenes de algunos de los equipos minisplit; problemática que la Contratista debe solucionar como parte de la garantía. Todos los problemas que impliquen garantía en las instalación y/o construcción de equipos y terminados deben ser cubiertos por la Contratista en cuanto la falla se presente. En segundo lugar, se detecta la ausencia de equipos en algunas de las áreas que por proyecto no se tenían considerados, pero el uso de las instalaciones y demandas de pacientes y trabajadores obligan a la instalación de tres equipos de aire acondicionado más.

La problemática más grande se presenta en el área de Rayos X Fluoroscopia: La mirilla del cuarto de control hacia el cuarto de examen ha quedado demasiado pequeña para el óptimo aprovechamiento del equipo y del espacio. El área se encuentra terminada al 100% e incluso se realizan algunos estudios en el espacio, sin embargo, el técnico radiólogo comenta la incomodidad y limitantes que presenta dicha mirilla. Realizada la petición y aprobada por los departamentos correspondientes de la Dependencia, se procede al cambio de cristales por parte de la Contratista, en una jornada nocturna y con los debidos cuidados que requiere un área terminada y en uso.

El problema descrito en el último párrafo puede y debe evitarse en la construcción de clínicas posteriores, con la oportuna visita del ingeniero biomédico por parte de la Dependencia durante la construcción y adecuación de cada espacio especializado.



Figura 5.1 *Arriba izquierda:* Mirilla original y muro cortado para cambio. *Arriba derecha:* Cristales retirados y refuerzo de PTR para nueva mirilla. *Abajo:* Área terminada con mirilla de nuevo tamaño.



CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cuando se habla de compañías de talla nacional e internacional, en planes de expansión, es inevitable pensar en ofrecer las mayores facilidades para el departamento encargado, subdivisión o empresas que estarán a cargo o serán contratadas para la ejecución de trabajos que impliquen el crecimiento de la firma. En términos de ingeniería civil, la construcción o adaptación del lugar donde físicamente se llevarán a cabo las actividades que darán como resultado el producto o servicio de cualquier compañía es, sin duda alguna, una de las decisiones más importantes que se debe tomar cuando se ejecuta un plan de expansión o crecimiento.

Sabemos que existe diversidad en las características y necesidades de cada lugar y hablando de clínicas, hospitales, y laboratorios se amplifica esta urgencia de asegurar las condiciones óptimas para la realización de las actividades propias de estos espacios.

El contar con un escrito que muestre y detalle los aspectos más importantes durante el procedimiento constructivo de una sucursal médica especializada no sólo significa ahorro de tiempo y dinero para cliente y Contratista, sino que evita muchos problemas de logística y procedimientos en áreas fuera de la construcción civil de la obra como tal. Tomando como motivación lo anterior, se decide realizar este documento, con la intención específica de contribuir con mi experiencia y conocimiento en la construcción de varias sucursales de este tipo en distintas ciudades del país.

Directa o indirectamente, todos los departamentos encargados de nuevos proyectos, aperturas y mantenimiento a sucursales se ven afectados si no se cuenta con un método que dé seguimiento a los pasos precedentes y subsecuentes de cada actividad.

Es recomendable que aún existiendo manuales de procedimientos y protocolos para facilitar los proyectos, exista una gran comunicación entre todos los involucrados para poder obtener el mejor resultado y la mayor efectividad.

De seguir las recomendaciones dadas, será posible optimizar tiempos, evitar o disminuir sobrecostos y lograr que el finiquito de obra se dé de una manera fluida para ambas partes, logrando lo más importante de este plan de expansión para el grupo, que es obtener un periodo de retorno de inversión lo más pronto posible.



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Bombarely Edificación. ¿ **Qué es el sistema Fast Track?** <https://bombarelyedificacion.wordpress.com/2012/01/17/que-es-fast-track/>

Calvo Pérez E. **Resonancia Magnética para técnicos. Conceptos básicos.** liberlibro.com.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política y el Desarrollo Social. Sitio web. www.coneval.org.mx

GE Healthcare. CT Site Planning. PROM no. 1 Laboratorio médico Chopo. **Brivo CT385. Manual de pre-instalación.** 22 de enero 2016.

GE Healthcare. MRi Site Planning. PROM no. 1 Laboratorio médico Chopo Cuernavaca Morelos, México. **Optima MR360 / Brivo MR355. Manual de pre-instalación 5433834-1EN.** 13 de enero 2016.

GE Healthcare. **Pre-installation requirements for precision Thunis 800+, final study.** Laboratorio médico Chopo, Cuernavaca, Morelos, México. 1 de febrero 2016.

GE Healthcare. RAD Site Planning. EXAMEN 1 Laboratorio médico Chopo, Cuernavaca Morelos, México. **XR6000. Manual de pre-instalación 5275600-100.** 13 de enero 2016.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sitio web. www.inegi.org.mx

Laboratorio Médico del Chopo - Dirección de obras y mantenimiento - Proyecto ejecutivo CADEM Pirámide, Cuernavaca, Morelos.

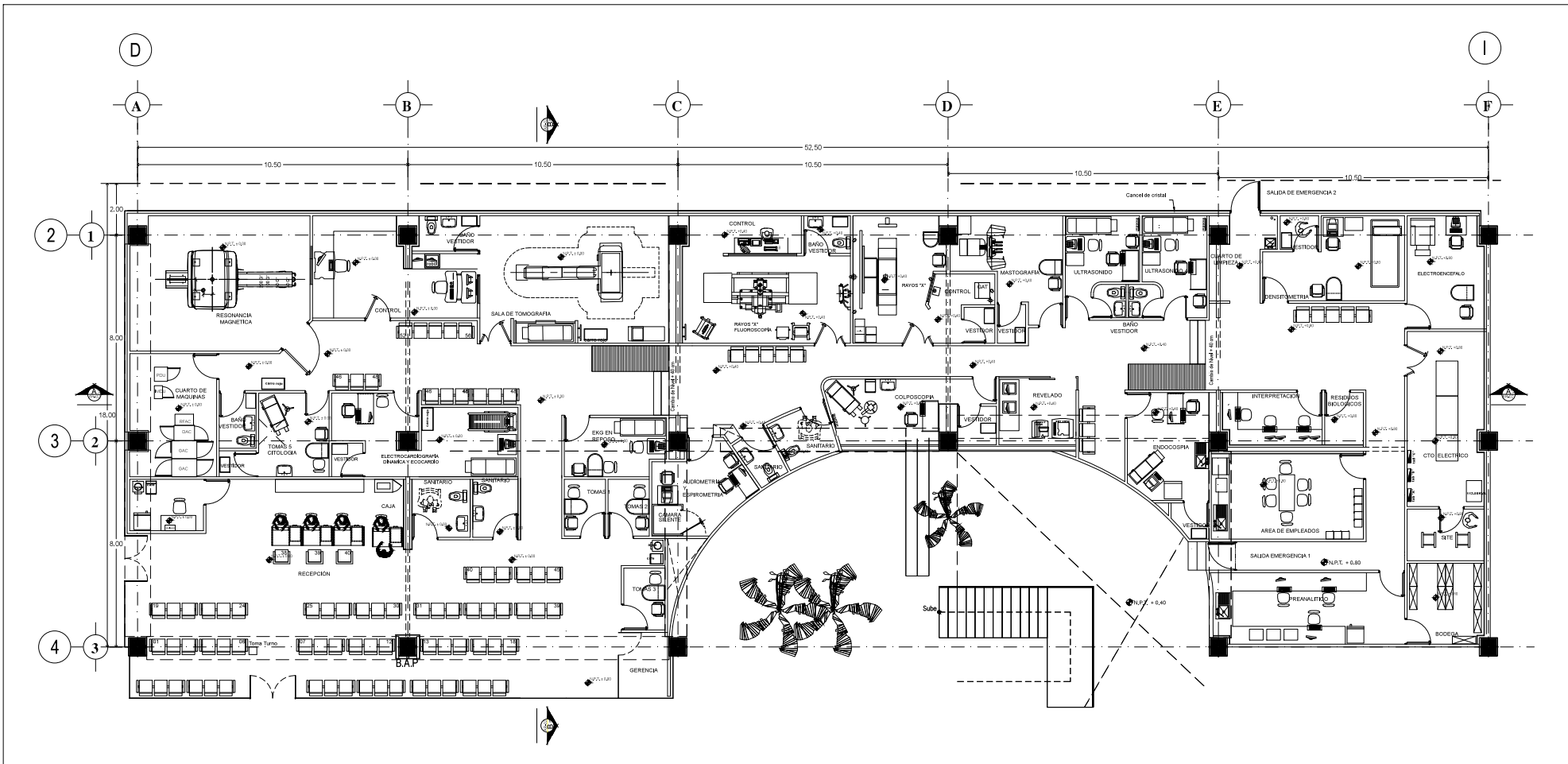
Laboratorio Médico del Chopo - Tu laboratorio de cabecera. Sitio web. www.chopo.com.mx

Pedrosa, César. Diagnóstico por imagen. pág. 10. McGraw Hill.

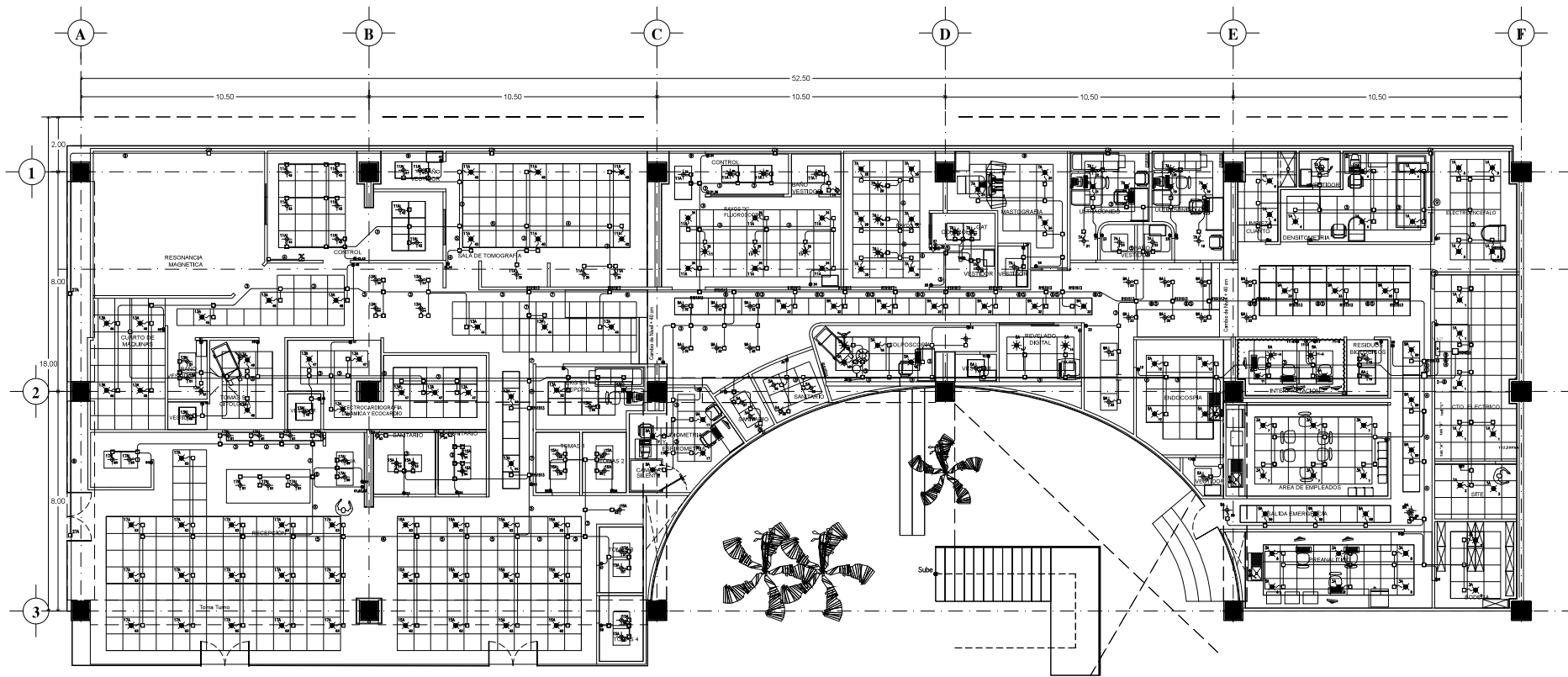
Wikipedia. Definiciones básicas.



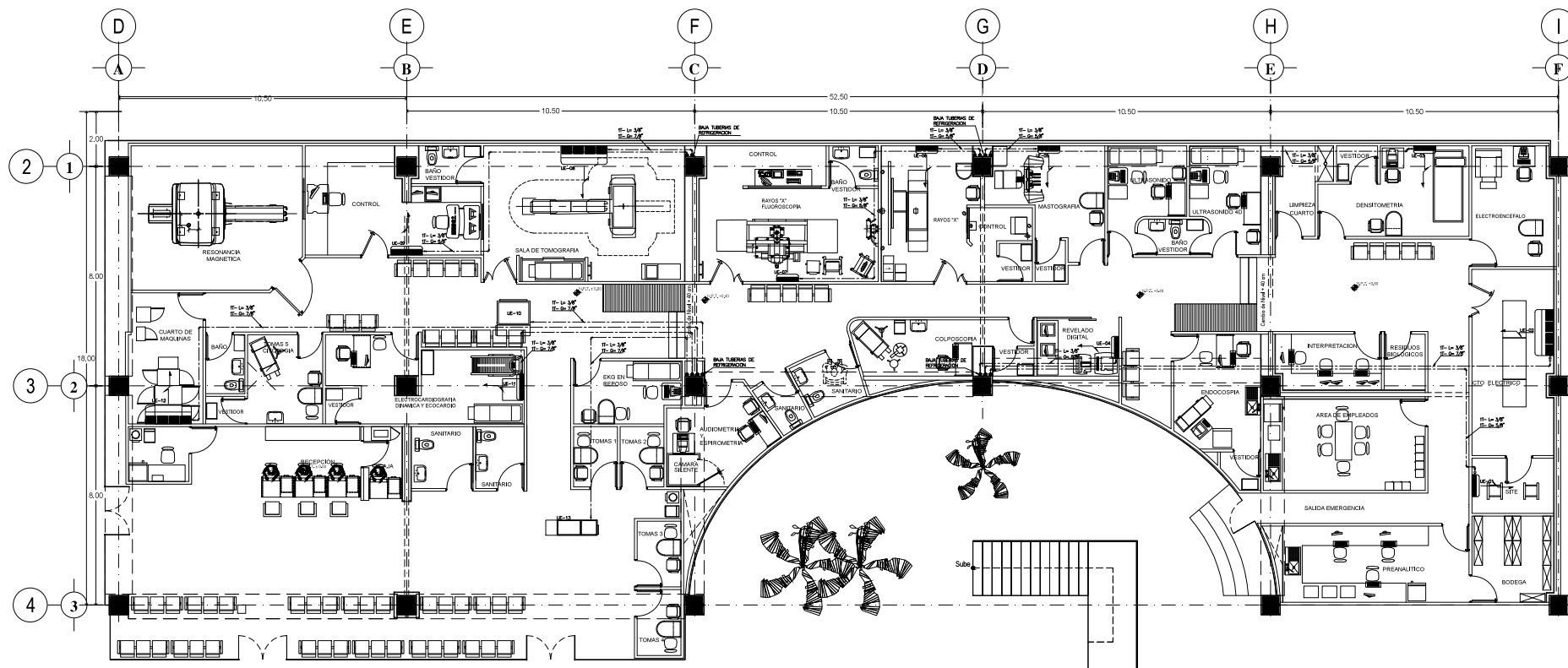
ANEXOS



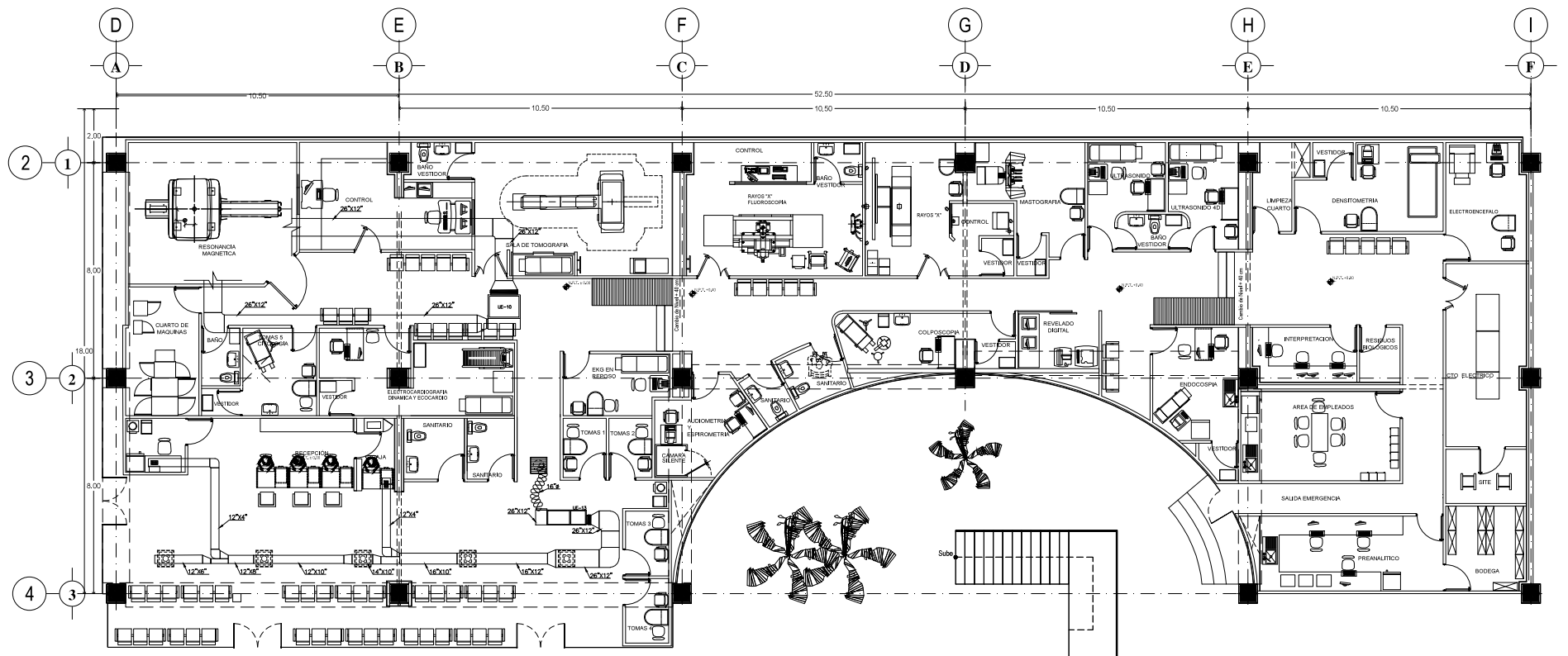
Anexo 1. Planta arquitectónica de la sucursal. Plano asbuilt entregado a la Dependencia.



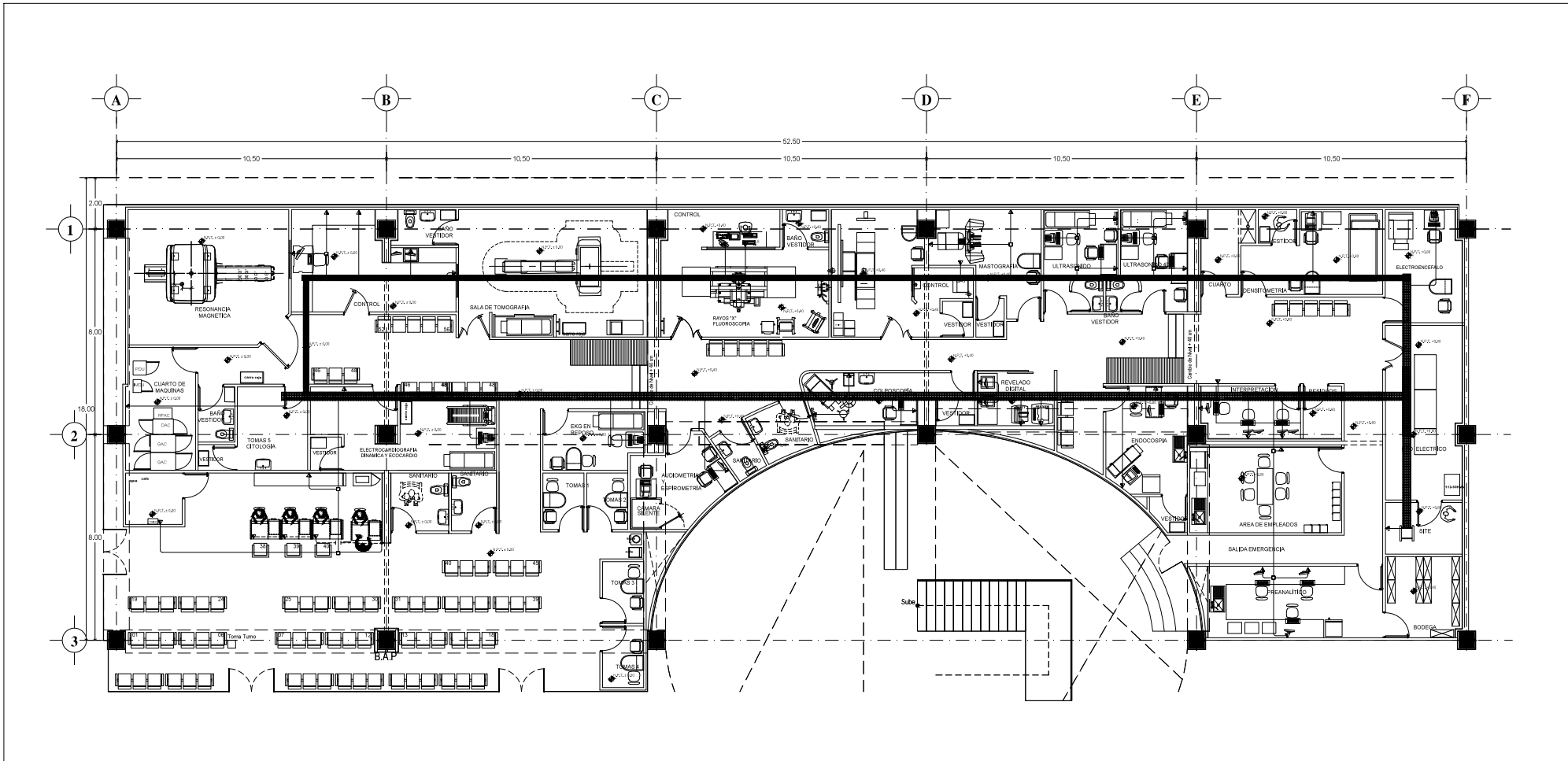
Anexo 2. Planta de iluminación. Layout entregado por área de proyectos e la Dependencia.



Anexo 3. Planta de sembrado de equipos de aire acondicionado (minisplits). Proyecto presentado por la Contratista



Anexo 4. Planta de sembrado de equipos de aire acondicionado (fan and coil y ductería).



Anexo 5. Planta de trayectoria de charola de intercomunicaciones y nodos en sucursal. Elaborado por la Contratista