

## **f.1.- Descripción de cada uno de los Bloques**

### **Bloque 1**

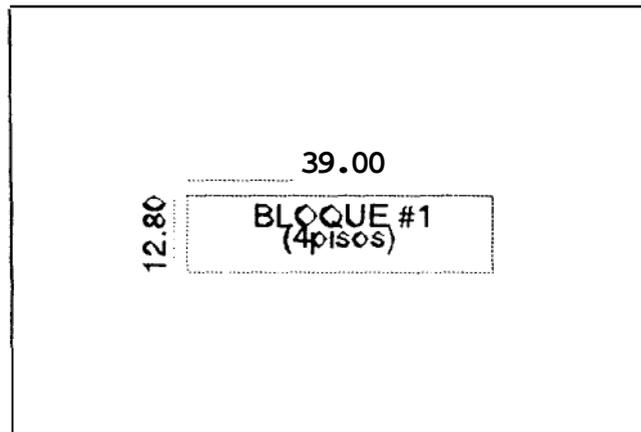
El bloque 1 consta de 4 plantas orientadas de Norte a Sur, cuya utilización se representa en la tabla # 1, dicho bloque tiene una forma rectangular alargada, cuya relación largo-ancho es 3.1, consta de 4 ejes longitudinales de los cuales los 2 externos son fachadas, en dichos ejes se forman columnas cortas por la presencia de los antepechos, en los dos ejes centrales, que conforman los corredores de 2.50 m. de ancho, también se tiene este mismo problema por la presencia en cambio de las divisiones interiores de mampostería hasta una altura de 1.30 m. en la mayoría de los vanos del segundo al cuarto nivel. El primer nivel por albergar en una parte las lavanderías y planchado no posee paredes divisorias en ningún sentido, en la parte complementaria, destinada a costura y oficinas si se presentan paredes divisorias llenas.

**Tabla # 1**

HOSPITAL PABLO ARTURO SUARES SERVICIOS QUE FUNCIONAN EN EL HOSPITAL		
BLOQUE #	NIVEL	USO
1	4 PISO	HOSPITALIZACION MUJERES
	3 PISO	GINECO OBSTETRICIA
	2 PISO	CIRUGIA HOMBRES Y MUJERES
	1 PISO	<b>LAVANDERIA-PLANCHA-COSTURA</b>
2	4 PISO	NEUMOLOGIA
	3 PISO	SUMINISTROS
	2 PISO	BODEGAS
	1 PISO	BODEGAS
3	4 PISO	HOSPITALIZACION HOMBRES
	3 PISO	PEDIATRIA
	2 PISO	CENTRO OBSTETRICO
	1 PISO	RAYOS X
4	5 PISO	RESIDENCIA INTERNOS-BAR-BIBLIOTECA
	4 PISO	NEUMOLOGIA
	3 PISO	TRAUMATOLOGIA
	2 PISO	AULAS
	1 PISO	ADMINISTRACION
5	2 PISO	CENTRO QUIRURGICO
	1 PISO	EMERGENCIA
6	2 PISO	SIN UTILIZACION
	1 PISO	SIN UTILIZACION
7	2 PISO	SIN UTILIZACION
	1 PISO	C. ESTERNA TRAUMATOLOGIA
8	2 PISO	SIN UTILIZACION
	1 PISO	TRABAJO SOCIAL TRAUMATOLOGIA
9	1 PISO	EN ADECUACION
10	1 PISO	ESTADISTICA
11	1 PISO	C. EXTERNA-PEDIATRIA-GINECOLOGIA. ETC.
12	1 PISO	<b>C. EXTERNA-CIRUGIA-ELECTROCARDIOLOGIA-NEUMOLOGIA</b>
13	1 PISO	OFTALMOLOGIA-ESTOMATOLOGIA-CIRUGIA MAXILO FACIAL
14	1 PISO	ARCHIVO-HIST. CLINICAS
15	1 PISO	SIN UTILIZACION
16	1 PISO	REHABILITACION
17	1 PISO	COMEDOR COCINA
18	1 PISO	CALDEROS Y MAQUINAS

Los pórticos transversales por lo general en todos los pisos están constituidos por las columnas y vigas descolgadas que confinan a paredes llenas moduladas a un pórtico por medio. Se forman paneles de losa unidireccional de 3\*5 m. y se

definen espacios para hospitalización de 6\*5 m. La altura de entrepiso es de 3.45 m. y la losa unidireccional tiene un espesor de 25 cm.



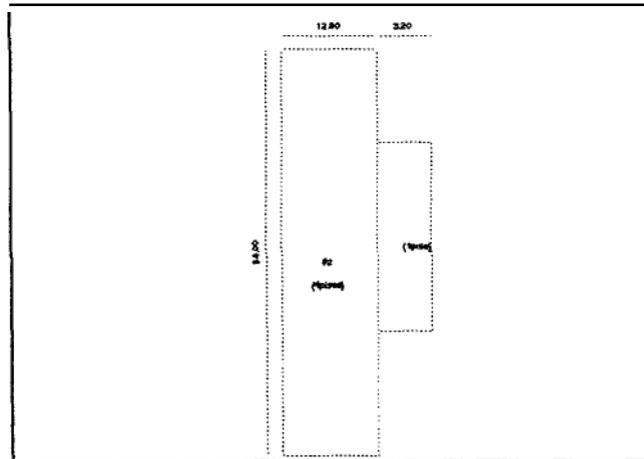
En el extremo noroccidental de este bloque está ubicado el ducto de gradas y alrededor de este sitio se disponen los baños y algunas oficinas que están separadas por paredes llenas lo que rigidizan dichos extremos, si esto se suma a la geometría alargada del bloque esto puede producir, en la eventualidad de un sismo, una gran torsión en planta lo que resulta crítico para los elementos más alejados del centro de rigidez.

Es bloque tiene regularidad geométrica en sentido vertical, pero tiene variación en cuanto a la rigidez debido a la ubicación de las lavanderías en el primer nivel lo que determina columnas limpias, sin arriostramientos.

## Bloque 2

Su geometría es rectangular alargada tiene una relación de largo-ancho igual a

4.2 y esta orientado en sentido Este-Oeste. En la planta baja tiene un ensanchamiento lateral hacia la mitad, entre los bloques 1 y 4 que no resulta muy representativo en la regularidad geométrica tanto en planta como en elevación. En casi todos los niveles, este bloque es utilizado como bodega de suministros, estación de enfermería, aulas y sala de reuniones. Estructuralmente está constituido por columnas de hormigón y vigas descolgadas que soportan paneles de losa que trabajan en una sola dirección. Los ejes longitudinales de fachada presentan columnas cortas por la presencia de antepechos, los ejes centrales definen un corredor que une los bloques laterales de Este y Oeste, en dichos ejes existe separaciones de pared llena con los correspondientes vacíos de las puertas de cada ambiente. La distribución de paredes en el sentido transversal resulta ser un tanto arbitraria en elevación lo que determina una variación de la rigidez de piso a piso.

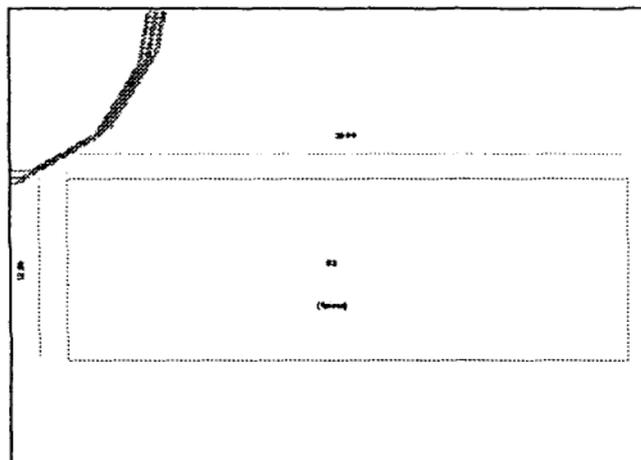


### Bloque 3

Tiene una geometría rectangular alargada cuya relación largo ancho es 2.35 con

una regularidad geométrica en planta y elevación, esta orientado en sentido Norte-Sur. Esta estructura tiene una configuración similar al bloque 1 con la diferencia que en los ejes centrales del segundo y tercer nivel no existen columnas cortas debido a que en el corredor interior existen divisiones de paredes llenas, sin embargo, si se presentan columnas cortas en los ejes de fachada. En el primero y cuarto nivel las características son similares al bloque 1.

El esqueleto estructural esta constituido por columnas de hormigón y vigas descolgadas en los dos sentidos ortogonales y las losas son unidireccionales de 25 cm. de espesor.

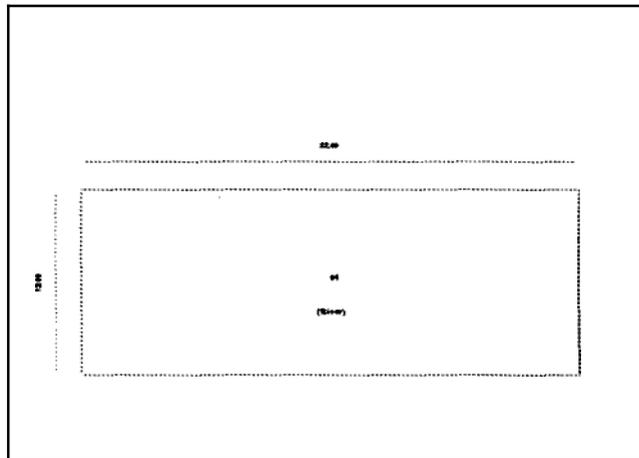


#### Bloque 4

El bloque estructural 4 tiene una geometría rectangular alargada cuya relación largo ancho es 1.70, esta constituido por cuatro ejes longitudinales y varios pórticos transversales modulados cada 3 m.

Se presentan columnas cortas en todos los pisos de los ejes de fachada, así como en los ejes interiores longitudinales del segundo al cuarto nivel, en el primer nivel se tienen separaciones con paredes llenas, en sentido transversal también se observa este tipo de divisiones confinadas por las columnas y vigas. El esqueleto estructural de los cuatro primeros niveles esta constituido de manera similar a los bloques anteriores. En el quinto nivel se ha construido una estructura metálica conformada por pórticos planos en el sentido transversal que soportan una cubierta liviana de fibro cemento.

De manera similar a los bloques anteriores este bloque tiene diferencia de rigideces piso a piso así como también una gran disposición a efectos de torsión en planta ante la acción de cargas laterales.

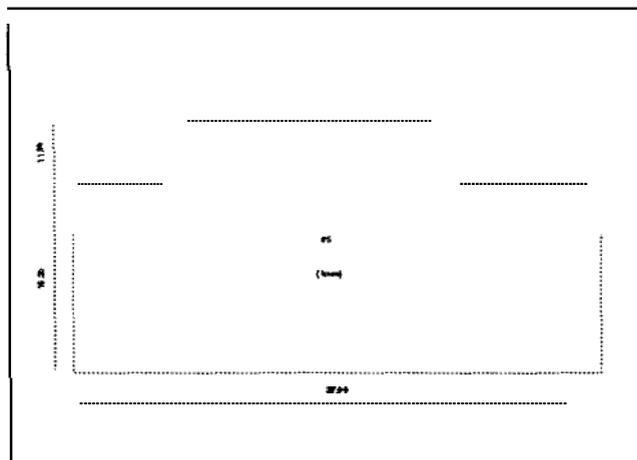


## Bloque 5

Este bloque consta de dos niveles, en el primero se adecua actualmente la atención de emergencia y en el superior el centro quirúrgico cuidados intensivos

y recuperación. Esta estructura consta de columnas de hormigón de **30\*30 cm.** y vigas descolgadas de **25\*50 cm.** de sección, que soportan la losa de 25 cm. de espesor que trabaja en forma unidireccional.

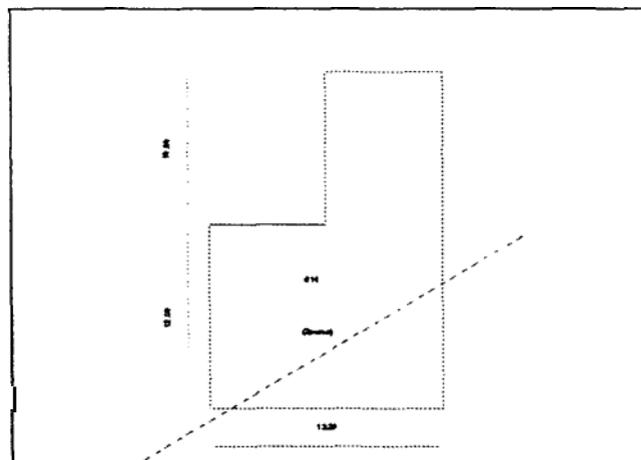
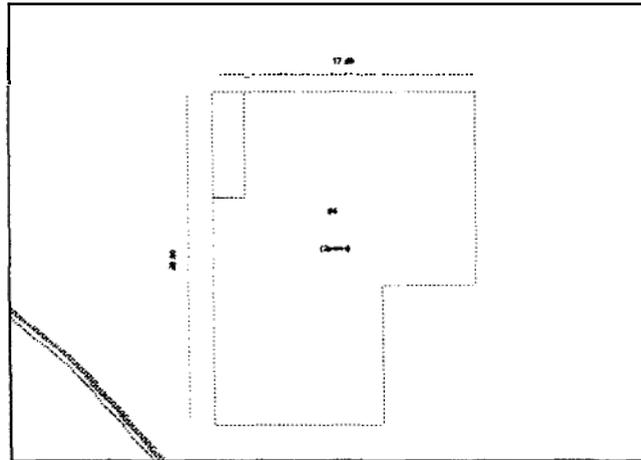
El bloque tiene una forma de T achatada y esta orientada en sentido Norte-Sur, debido a la ubicación arbitraria de las divisiones de mampostería debido a las readecuaciones de los espacios en el primer nivel y a la existencia de los quirófanos y salas de recuperación en el nivel superior, este bloque tiene predisposición a efectos de torsión en planta ante la acción de cargas sísmicas.



#### Bloques 6 y 14

Estos bloques tienen una geometría en L como se indica en los gráficos siguientes, están conformados por pórticos en direcciones ortogonales con columnas de **30\*30 cm.** de sección unidos a vigas descolgadas de **25\*45 cm.** que soportan losas unidireccionales de 25 cm. de espesor, formando paneles promedio

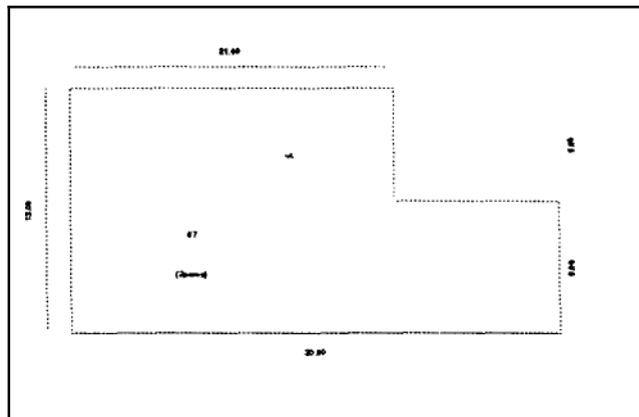
de 3\*5 m. Estos bloques por el momento se encuentran inconclusos y desocupados y muestran deterioro por el paso del tiempo y la intemperie.



### Bloque 7

Este bloque tiene forma de L, consta de dos niveles de los cuales solo el primero se ocupa, el esqueleto estructural esta constituido por columnas de sección

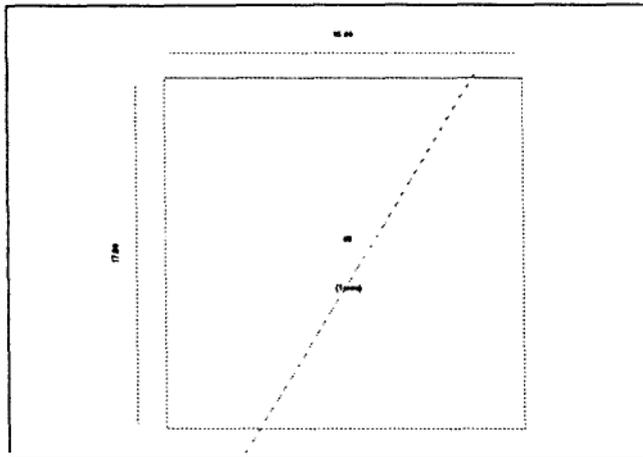
cuadrada de **30\*30 cm.** y vigas descolgadas de **25\*45 cm.**, que soportan la losa unidireccional de **25 cm.** de espesor. En la fachada oriental se nota claramente fisuras en las zonas donde se definen columnas cortas.



### **Bloque 8**

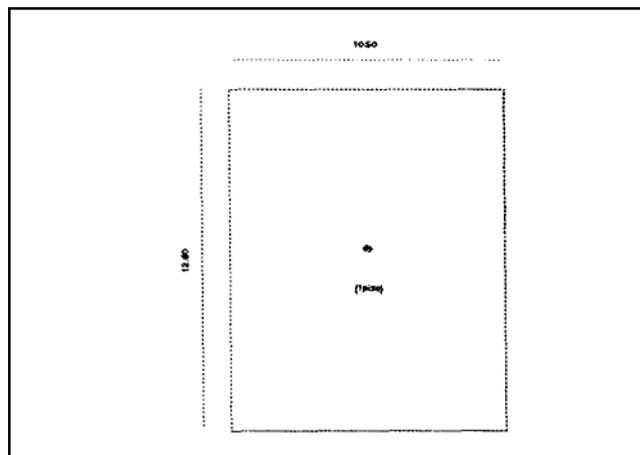
Este bloque consta de dos niveles, tiene una configuración geométrica casi cuadrada, estructuralmente esta constituido por cuatro pórticos en el sentido Norte-Sur que definen vanos de 5, 7 y 5 m. y en el sentido transversal otros cuatro pórticos que definen vanos de 5, 6 y 5 m., formando un gran panel central de 6\*7 m.

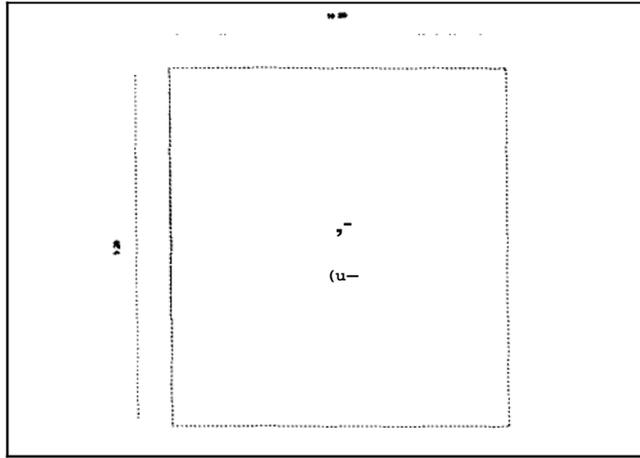
Las columnas centrales tienen una sección cuadrada de **40\*40 cm.** hasta una sección de las columnas esquineras de **30\*30 cm.**, se unen a unas vigas descolgadas cuya sección es de **30\*50 cm.** las que soportan una losa bidireccional de 25 cm. de espesor. Los entresijos tienen una altura tipo de **3.45 cm.**



### Bloques 9 y 10

Son bloques de un solo nivel, de conformación geométrica casi cuadrada, su estructura esta formada **por** pórticos ortogonales que definen paneles de losa de 3\*6 m. hasta 5\*6 m., dichas losas trabajan bidireccionalmente y son soportadas por columnas de hormigón de 30\*30 cm. y vigas descolgadas de 25\*45 cm. Estos bloques no están terminados en su totalidad y prestan servicio a medias.





### Bloques 11, 12 y 13

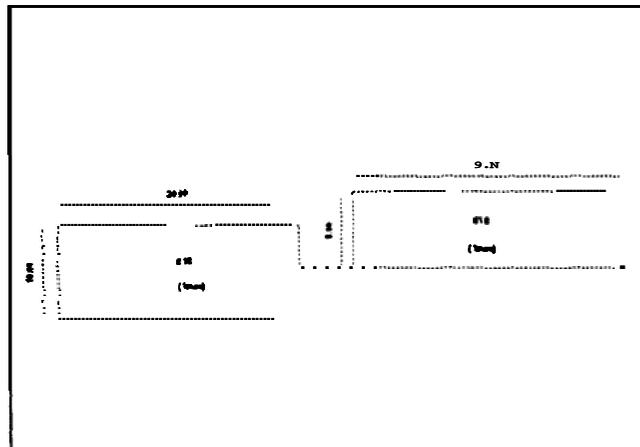
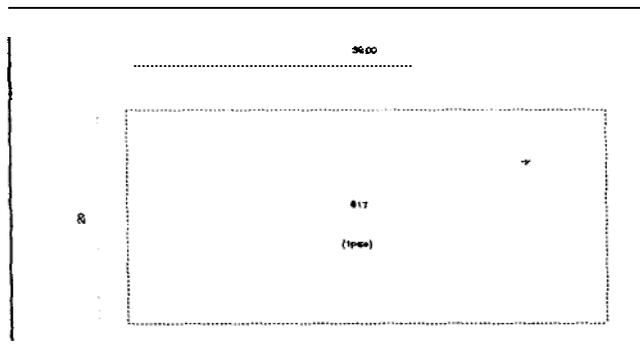
Son bloques similares de una configuración geométrica cuadrada, están constituidos por cuatro pórticos en el sentido Norte-Sur que forman vanos de 5, 7 y 5 m. y los atraviesan pórticos en el sentido transversal con una modulación promedio de 3 m.

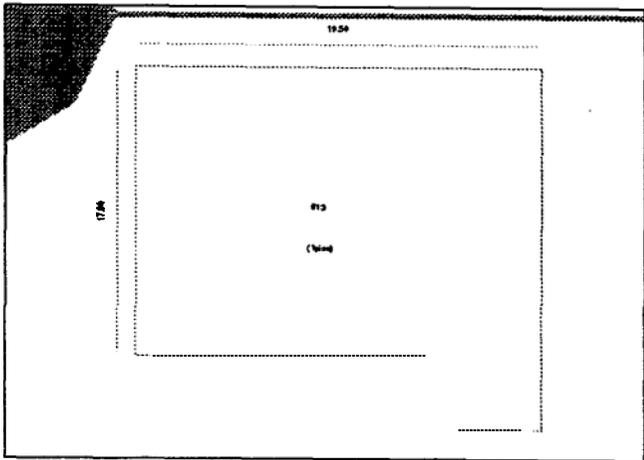
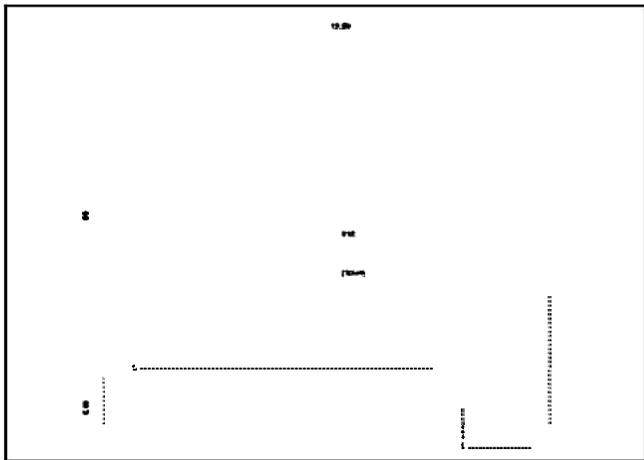
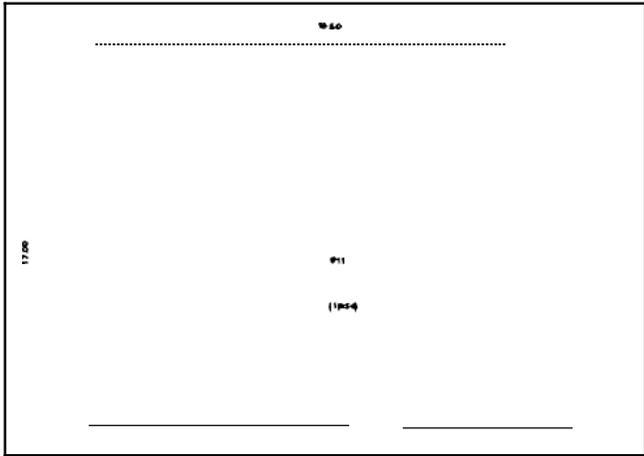
El esqueleto estructural está constituido por columnas de sección cuadrada de 30\*30 cm. y vigas descolgadas de 25\*50 cm. que soportan losas de 25 cm. de espesor que trabajan en sentido unidireccional.

Estos bloques prestan servicio a consulta externa en **muchas** de **las** especialidades que ofrece el hospital, razón por la cual se destina el vano central (de 7 m.) en casi toda la extensión del bloque como sala de espera, los dos ejes centrales separan de los consultorios con paredes llenas y los ejes exteriores son fachadas que dan hacia los jardines interiores. En el sentido transversal] en los vanos extremos] hay la división de los diferentes consultorios con mampostería llena.

## Bloques 16, 17 y 18

Estos bloques son anexos al hospital en los **que** actualmente funcionan la cocina **y** comedor, **el** área de rehabilitación, **y** la zona de maquinas **y** calderos. Estos bloques constan en unos casos de pórticos planos de estructura metálica que soportan cubiertas livianas de fibrocemento. En otros **casos** son cerchas metálicas sobre columnas de hormigón soportando cubiertas de fibrocemento.





## EVALUACION DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

El presente estudio empieza por recomendar la imperiosa necesidad de enfrentar, a nivel de todo el sector salud de nuestra ciudad, país y región, la ejecución de estudios de vulnerabilidad de todas las edificaciones hospitalarias, a fin de identificar su grado de vulnerabilidad y la necesidad de intervención de acuerdo a una catalogación de prioridad dentro de un programa de mitigación a inmediato, corto y mediano plazo.

La técnica de ingeniería en el área de análisis de vulnerabilidad estructural ha desarrollado métodos que califican la calidad sismoresistente de una edificación en base a características relevantes, utilizando para ello índices que a su vez son fáciles de determinar y cuantificar.

Estos métodos de análisis cualitativo, califican la vulnerabilidad, **más** no especifican lo que se debe hacer para asegurar la edificación y así mitigar los posibles problemas.

Tan solo con el objeto de fijar una metodología a seguir, en caso de conseguir sensibilizar a las autoridades políticas y administrativas del sector salud, y se logre acogida a la recomendación expresada anteriormente, se adjunta en el anexo # 1, una recopilación de distintos métodos de análisis cualitativos, analíticos y experimentales con una descripción de procedimientos y espectro de utilización de los mismos. Entre estos tenemos :

## METODOLOGIA UTILIZADA A NIVEL DE ANTEPROYECTO EN EL ESTUDIO DEL CASO "HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ"

Partiendo de la premisa que este estudio , a nivel de anteproyecto no solo debe establecer la evidente vulnerabilidad sísmica de esta edificación hospitalaria , sino sugerir que hacer a manera de **muestreo** se realizaron los siguientes estudios.

Consideraciones de **los** Suelos y Efectos de Sitio.

### - **Capacidad** de Carga

En lo posible, se ha intentado definir una metodología de evaluación , que permita establecer los posibles efectos del tipo de suelo en el comportamiento futuro de la estructura , una vez que fueran implementadas las obras de reforzamiento.

La condición **más** desfavorable , es por supuesto una acción sísmica. En esta circunstancia, debe considerarse que al ser una acción de poca duración (segundos), el suelo sería capaz de soportar un incremento en su capacidad **admisibile** de un 33% con relación a las condiciones estáticas. Este incremento sin embargo implica una reducción en el factor de seguridad del suelo.

En el Hospital objeto de este estudio, que tiene más de 30 años de construcción,

se presume que probablemente el diseño no contó con un estudio de suelos, sino solamente con una capacidad portante presuntiva, seguramente por debajo de la real de la misma. Al ser esta zona una ladera de montaña, presenta suelos con una buena capacidad admisible de carga, pero con posibles problemas de detallamiento debido a la presencia de grandes piedras esporádicamente enterradas y rodeadas de una matriz de suelo bien consolidado.

- Observación de Daños por Capacidad de Carga y Efecto de Sitio.

Debido a que este proyecto no cuenta con suficientes recursos económicos para la investigación de campo de las condiciones del suelo, se procedió a evaluar las condiciones de las estructuras del hospital y relacionarlas con la influencia del suelo en las mamposterías y sistemas de piso y entrepiso.

En ninguna de las estructuras del hospital se presentaron fisuras relacionadas a posibles asentamientos diferenciales. En los pisos no se encontraron grietas o fisuras que evidencien separación entre el piso exterior y la estructura o mampostería, provocadas por el asentamiento diferencial de los dos elementos.

De la misma manera, no se observan daños en las puertas y ventanas que sean claros indicios de tracción diagonal causada por compresibilidad del suelo de soporte.

Las instalaciones sanitarias no presentan señales de rotura y fugas causadas por sobre esfuerzos en las mismas, debido a movimientos diferenciales.

Al no contar con ninguna de las evidencias descritas, se presume que el

comportamiento de la cimentación ha sido satisfactorio y que seguramente lo seguirá siendo. Más bien en condiciones de carga dinámica pueden aparecer efectos no considerados en este breve análisis , producidos por posibles corrientes de agua subterránea , niveles de agua freática que no se aprecia a simple vista , o por presencia de capas y estratos inferiores débiles que puedan incrementar la respuesta dinámica en la superficie y la amplificación de las aceleraciones y deformaciones de la superficie.

Considerando que el Hospital se ubica en una zona de ladera de montaña, podemos suponer que esta última posible realidad tiene alguna seguridad de que no pueda ocurrir.

- Incremento de la Carga Vertical de las Estructuras.

Prediciendo las posibles propuestas de intervención por reforzamiento, no requerirán de obras masivas ni de cargas concentradas o localizadas.

En vista de que es muy posible un incremento de carga por aumento de mampostería en algunos vanos, esta carga si bien es concentrada, puede ser suficientemente controlada por los socalos de cimentación existentes , que permiten la existencia de secciones para disminuir el esfuerzo transmitido al suelo. Luego de hacer el estudio de carga correspondiente, de no ser posible esta solución, la carga podría ser transmitida a las cimentaciones adyacentes , a través de un sistema de piso reforzado que reemplaze o complemente al actual.

- Vulnerabilidad ante otros efectos **geológicos**.

Se ha considerado principalmente dos efectos adicionales:

- El primero se refiere a la estabilidad de la ladera sobre la que se encuentra la edificación , que contiene las líneas vitales del hospital (calderos, generador eléctrico, sistemas hidroneumáticos, transformadores, tanques de reserva y abastecimiento de agua).

En este caso se examinó las señales y rastros de posibles deslizamientos antiguos o recientes y se determinó la necesidad de peinar el talud y revestirlo de mampostería de piedra con el objeto de asegurar y disminuir la vulnerabilidad de las estructuras que contienen las líneas vitales del hospital.

Considerando la ubicación urbana del Hospital en la zona de las laderas del Pichinca, y por experiencias obtenidas, se estudió la posibilidad de ocurrencia de deslaves ya aluviones y se determinó **que** en vista de que el Hospital no se ubica en la base o a media altura de pendientes que coronen a las antiguas quebradas, su riesgo y correspondiente vulnerabilidad es mínima o nula.

#### **- Presencia de Rellenos.**

En Quito son frecuentes las capas de relleno superficiales de espesor variable, debido a la topografía irregular. Sin embargo para **su** detección es necesario realizar un estudio de suelos mínimo, con sondeos exploratorios y confrontar los resultados.

Para este estudio , a nivel de anteproyecto se recurrió a una inspección visual , descrita anteriormente, y al no encontrar huellas de los efectos de asentamiento típico prxocados por rellenos, se presume que no existen en la zona del Hospital, o que si lo hubieron, fueron correctamente tratados durante la construcción de las cimentaciones.

- Recomendaciones.

A pesar de tratarse de un estudio a nivel de anteproyecto y de carecer de recursos económicos para mayores análisis, durante la etapa de levantamiento arquitectónico y estructural en sitio , se realizó un descubrimiento de la cimentación de dos columnas , constatándose su estado, tamaño, profundidad, grado de humedad e integridad de las zapatas, al mirar la presencia de grietas o deformaciones.

Para la etapa de proyecto definitivo y durante la etapa de ejecución de las obras de reforzamiento , se recomienda y se insiste en realizar las siguientes actividades:

- Una o dos calicatas o perforaciones y ensayos standard , hasta una profundidad igual a 1 o 2 veces el ancho de la zapata más allá del nivel de cimentación. Con estos valores se puede **estimar** de mejor manera la capacidad portante **admisible** y así manejar **más** racionalmente el factor de seguridad.

- Las **calicatas** o perforaciones deben localizarse de **tal** forma que permitan además identificar la presencia de material de relleno.

- **Levantamiento** de **la** Información Arquitectónica y Estructural.

En **vista** de que al interior de la Unidad de Dirección Administración y **Mantenimiento** del Hospital no se encontró **información** suficiente y completa de

la actual realidad arquitectónica y estructural del edificio y de sus instalaciones, donde se anote además todas las posibles intervenciones y ampliaciones que el inmueble sufrió durante toda su vida útil , sin ser una actividad propia del proyecto, se tuvo que realizar un levantamiento arquitectónico y de geometría estructural del Hospital con el detalle suficiente para conocer dimensiones generales de la edificación, ubicación y dimensiones de ventanas, puertas, ductos, juntas de dilatación , elementos estructurales de acuerdo al sistema estructural sismo-resistente identificado para cada bloque.

Este proceso de levantamiento requirió de un minucioso y detallado trabajo de investigación en sitio, para lo cual se conformó equipos integrados por estudiantes de los últimos años y egresados de la Facultad de Ingeniería Civil de la EPN. , quienes colaboraron en estrecha relación con los Ingenieros del Proyecto.

En vista de que es de interés tanto de la EPN como de la OPS , realizar este estudio en un futuro próximo, a nivel de proyecto definitivo y su posterior ejecución en obra, este trabajo de levantamiento se ejecutó con toda la prolijidad necesaria para que la información que contiene sea utilizada con solvencia de una manera automatizada, ya que se utilizó procedimientos de dibujo computarizados (AUTOCAD)(Anexo # 3)

#### **- Modelación Matemática.**

##### **.- Sistema de Análisis**

Se considera cada uno de los bloques estructurales, que forman el hospital, por