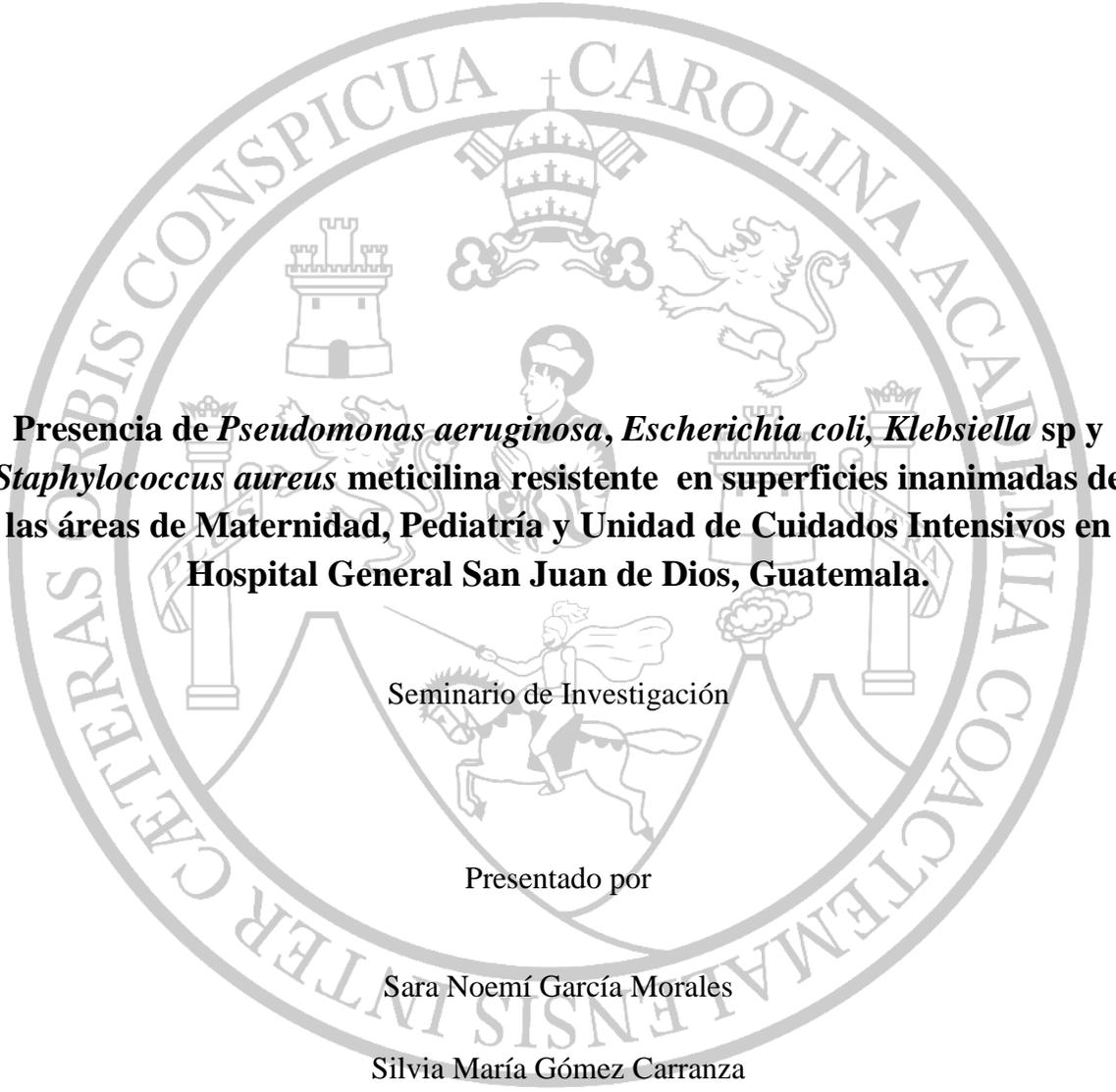


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, surrounded by various symbols including a castle, a crown, and a lion. The Latin motto "SICUT ERAT SIT ET ERIT" is inscribed around the perimeter of the seal.

Presencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp y *Staphylococcus aureus* meticilina resistente en superficies inanimadas de las áreas de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos en Hospital General San Juan de Dios, Guatemala.

Seminario de Investigación

Presentado por

Sara Noemí García Morales

Silvia María Gómez Carranza

Para optar al título de

Químicas Biólogas

Guatemala, mayo de 2019

DEDICATORIA

Acto que dedico:

A DIOS Y LA VIRGEN MARÍA

Por acompañarnos y guiarnos a lo largo de nuestra carrera, por proporcionarnos fortaleza durante este trayecto además de brindarnos una vida llena de conocimientos y bendiciones.

A NUESTROS PADRES

Por su apoyo incondicional, cariño, entrega, trabajo y sacrificio. Que gracias a sus consejos nos ayudaron a crecer y luchar por lo que queremos, gracias por enseñarnos valores que nos han llevado a alcanzar nuestras metas.

A NUESTROS HERMANOS

Por su apoyo, cariño y compañía, por estar siempre en nuestra vida.

A NUESTROS AMIGOS

Por compartir y apoyarnos en todo momento a lo largo de nuestra vida.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser nuestra Alma mater y abrirnos las puertas para nuestra superación profesional, en especial a La Facultad De Ciencias Químicas y Farmacia, por ser nuestro segundo hogar y proporcionarnos los conocimientos necesarios para nuestra formación profesional.

A NUESTRAS ASESORES, MSc. Martín Gil y Lic. Manuel Díaz

Por su apoyo, paciencia para la elaboración de esta investigación y haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera.

A TODAS LAS PERSONAS E INSTITUCIONES COLABORADORAS

En especial al Hospital General San Juan de Dios y a sus autoridades por ser el lugar donde llevamos a cabo la investigación.

JUNTA DIRECTIVA

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto	Decano
Licda. Miriam Roxana Marroquín Leiva	Secretaria
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal I
Dr. Roberto Enrique Flores Arzú	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Byron Enrique Pérez Díaz	Vocal IV
Br. Pamela Carolina Ortega Jiménez	Vocal V

ÍNDICE

I. RESUMEN	7
II. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	8
III. ANTECEDENTES	9
A. Generalidades	9
B. Infecciones nosocomiales	10
1. Modo de transmisión	11
2. Factores de riesgo	12
a. Amplio uso de antibióticos y generación de resistencia a los antibióticos	12
b. Hacinamiento.....	14
c. Sistema inmune poco desarrollado de los niños.....	15
d. Tiempo de hospitalización.....	16
3. Agentes causales.....	16
a. <i>Staphylococcus aureus</i>	16
b. <i>Klebsiella</i> sp.	17
c. <i>Escherichia coli</i>	18
d. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18
e. Epidemiología	19
C. Fuentes de contaminación	21
1. Ambiente hospitalario	21
a. Papel de las superficies.....	21
2. Hospital General San Juan de Dios	22
a. Reseña histórica.....	22
b. Servicios	23
D. Estudios relacionados	28
1. Factores que influyen en la persistencia de los microorganismos.....	28
2. Posibles fuentes de infecciones nosocomiales y microorganismos implicados en infecciones el Hospital General San Juan de Dios	29
3. Persistencia de los patógenos en superficies inanimadas	32
4. Contaminación, desinfección y colonización en las superficies reservorio	33
IV. JUSTIFICACIÓN	34
V. OBJETIVOS	36

A. Objetivo general	36
B. Objetivos específicos	36
VI. HIPÓTESIS	37
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	38
A. Universo de trabajo	38
1. Muestra	38
B. Recursos	38
1. Recursos humanos	38
2. Recursos institucionales	38
3. Equipo	39
4. Materiales	39
5. Reactivos	39
6. Papelería y útiles de escritorio.....	40
C. Metodología	40
1. Criterios de inclusión.....	40
2. Criterios de exclusión.....	40
3. Toma de muestra	41
a. Procesamiento de las muestras	41
b. Procedimiento para efectuar la susceptibilidad antibiótica a meticilina	42
D. Diseño de investigación	42
E. Muestreo	42
1. Análisis de los resultados	43
a. Población	43
b. Muestra	44
VIII. RESULTADOS	45
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
X. CONCLUSIONES	56
XI. RECOMENDACIONES	57
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
XIII. ANEXOS	64

I. RESUMEN

Existen varios factores que contribuyen a que una superficie inanimada pueda llegar a causar infecciones en dichas áreas como: el hacinamiento, tiempo de hospitalización, sistema inmune poco desarrollado de los niños y suprimido en los pacientes, junto al amplio uso de antibióticos y generación de resistencia a los mismos. Por lo que el presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* sp. y *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina de las áreas de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos en el Hospital General San Juan de Dios por medio de análisis de superficies como barrotes de camas, lavamanos y manivelas de los servicios.

En este estudio se realizó el análisis microbiológico de 105 superficies y se efectuó una susceptibilidad para evaluar la resistencia a Oxacilina por el método Bauer-kirby en *S. aureus*; prueba que es análoga a la Meticilina. Se encontró que el área con más aislamientos positivos del hospital fue Pediatría (76.19%), luego Maternidad (12.38%) y por último UCI (10.48%). El microorganismo más frecuentemente aislado fue *S. aureus* (59.05%) y solo 1.90% de *E. coli*. *S. aureus* presentó un 9.52% de resistencia a oxacilina (β -láctamicos). La única especie de *Klebsiella* aislada fue *Klebsiella pneumoniae* (11.43%).

Además, se considera que el sitio de muestreo con más contaminación son los lavamanos donde se encontró presencia de *P. aeruginosa* (17.14%) aunque los pacientes no parecen adquirir patógenos por estas fuentes, sin embargo, no deberían estar presentes en las superficies. Se observó que el protocolo de limpieza y el programa de lavado de manos para el personal que utiliza en el hospital son medidas adecuadas de higienización, pero deben ser reforzadas para un mejor resultado.

II. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

La presencia de bacterias en el ambiente cercano al paciente y los trabajadores de la salud son fuente de contaminación inmediata y precursora de infecciones nosocomiales. Debido al riesgo que representa para los pacientes y el personal hospitalario. Este trabajo buscó identificar la presencia de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* sp. o *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina en superficies inanimadas; de esta manera poder establecer si las medidas de higienización son adecuadas o deben ser reforzadas o modificadas por completo. Este estudio formó parte de una línea de investigación de microbiología del Departamento de Microbiología y la unidad de Bacteriología, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es el único trabajo de investigación, por lo que éste es el proyecto macro.

El objetivo fue identificar *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* sp. o *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina en superficies inanimadas de las áreas de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General San Juan de Dios utilizando un hisopo para recolectar la muestra y métodos bacteriológicos para identificar la presencia de las bacterias mencionadas

Los resultados obtenidos son de importancia en el manejo de las infecciones nosocomiales en las áreas mencionadas, ya que de ser satisfactorios los resultados se puede continuar con el proceso actual de higienización, de otra manera la información puede ser utilizada por las autoridades competentes del hospital para tomar las medidas necesarias. Por lo tanto, los beneficiados fueron tanto pacientes como trabajadores de la salud en general.

III. ANTECEDENTES

A. Generalidades

Las infecciones hospitalarias se producen por el contacto del paciente con tres posibles fuentes: su propia microbiota, los patógenos presentes en otros pacientes o en el personal sanitario y, por último, patógenos presentes en el ambiente hospitalario (Weinstein, 2004).

El papel del ambiente hospitalario sugiere que superficies de este pueden ser un factor de riesgo para infecciones causadas por algunos agentes patogénicos y es un componente esencial en la estrategia global para prevenir infecciones asociadas a la salud. La limpieza consiste en la remoción de suciedad o contaminantes encontrados en superficies usando medios mecánicos (fricción), físicos (temperatura) o químicos (desinfección), durante un determinado período de tiempo. La limpieza debe hacerse diariamente, o siempre que sea necesario, en cuanto a superficies horizontales que tienen contacto con las manos del paciente y del equipo merece mayor atención, tales como perillas de puertas, interruptores de luz, barrotes de camas, botones para llamada de enfermeras y otros (Andrade, Ferrareze, Ferreira, y Rigotti, 2011).

Los microorganismos de origen ambiental pueden transmitirse por distintas rutas en torno al paciente ingresado (López, 2014). Las superficies locales frecuentemente tocadas por las manos dispuestas al lado de los pacientes, son considerados de mayor riesgo para transmisión de microorganismos. Debido a que existe confusión en cuanto la labor de cada servicio en cuanto a limpieza, este acumulo de actividades lleva a la no realización de éstas (Andrade et al., 2011).

Los sistemas de distribución del agua sanitaria pueden servir como reservorios dónde se multiplican o permanecen viables los microorganismos, principalmente hongos y bacterias, especialmente la contaminación de superficies y manos del personal por aerosoles creados a partir de lavabos o desagües contaminados. Los agentes transmitidos por el agua y que con más frecuencia son contaminantes de grifos a partir del lavado de fómites o de las manos del personal sanitario son *Pseudomonas aeruginosa*, otros no fermentadores y enterobacterias como *Klebsiella pneumoniae*, debido a la formación de bicapas y la capacidad de sobrevivir en dichas superficies (López, 2014).

Los pacientes colonizados o infectados son la fuente principal de contaminación de las superficies. A partir de un paciente colonizado, las superficies en torno a él se colonizan y pueden contaminar las manos del personal y los dispositivos móviles (glucómetros, fonendoscopios, termómetros, electrodos, etc.) de forma indirecta o directa. Los problemas principales para controlar la contaminación de superficies es la falta de estándares científicos para evaluar la limpieza y la asignación de responsabilidades. Las zonas próximas al paciente o tocadas directamente con las manos, con mayor riesgo de contaminación, no suelen estar en los procedimientos habituales de limpieza y tampoco existen recomendaciones específicas ni sistemas de verificación de limpieza de los dispositivos móviles que se utilizan con los pacientes (López, 2014).

Un aspecto importante a tener en cuenta en los estudios ambientales es que el determinar un microorganismo específico en los pacientes y en una localización ambiental determinada no es suficiente para considerarlo como causa de brote (Hota, 2004).

B. Infecciones nosocomiales

Urbina (2001) refiere que las infecciones nosocomiales son todas aquellas infecciones que ocurren durante la hospitalización que no se estaban incubando o no estaban presentes al momento del ingreso del paciente al hospital, además cualquier infección que haya sido adquirida en el hospital y se manifieste después de que el paciente haya dado de alta. Dichas infecciones pueden ser causadas por organismos endógenos o exógenos. Una de las áreas más afectadas es el área de Cuidados Intensivos, ya que involucran múltiples procedimientos invasivos médicos y quirúrgicos como: cateterización, punción lumbar, drenajes, entre otros. Además del estado crítico del paciente debido a que sus mecanismos de defensa suelen encontrarse alterados puede producirse como resultado, una elevación en la frecuencia de infecciones nosocomiales.

Las nuevas modalidades y esquemas antibióticos han contribuido a la producción de infecciones hospitalarias ya que los pacientes internos presentan un mecanismo de defensa deprimido en su mayoría hacia microorganismos patógenos (Urbina, 2001).

1. Modo de transmisión

El más importante y frecuente modo de transmisión de infecciones nosocomiales está dividido en dos subgrupos, transmisión por contacto directo y por contacto indirecto. La transmisión por contacto directo requiere el contacto de la superficie de un cuerpo con la superficie del otro cuerpo y una transmisión física de microorganismos entre un hospedero susceptible y una persona colonizada. Un objeto intermediario contaminado, usualmente inanimado, tales como agujas, manos contaminadas sin lavar y cuando los guantes no son cambiados al examinar entre paciente y paciente (Lima, 2004).

Otras formas de contacto de microorganismos pueden ser por inhalación, a través del agua, de la comida o de las soluciones intravenosas. Debido a las diferentes rutas de transmisión, en torno al paciente ingresado se pueden distinguir 4 áreas ambientales, concéntricas y confluentes, en función de la proximidad o contacto que tienen con él (Lima, 2004).

El personal que labora en los establecimientos de atención a la salud debe conocer, dentro de la cadena de la infección, las vías de entrada y salida y los medios de transmisión de las infecciones, para que pueda aplicar y romper la cadena (Chacón, 2009).

La cadena de infección está compuesta por seis eslabones:

- **Agente infeccioso:** Es el microorganismo capaz de producir la infección. Las probabilidades de infección aumentan cuanto mayor sea el número de microorganismos presentes.
- **Reservorio de la infección:** El portador del agente infeccioso. Es una persona que está a punto de sucumbir a una infección, que tiene una infección, o que se está recuperando de una de ellas. Especial riesgo representa los portadores asintomáticos.
- **Puertas de salida:** Es a través de la cual el agente infeccioso puede abandonar el reservorio (tos, estornudos, supuración, heces, orina, sangre).
- **Vías de transmisión:** Método por el cual el agente infeccioso es transferido de su portador a un nuevo anfitrión, y el reservorio, o por contacto indirecto a través de objetos contaminados.

- Puertas de entradas: Es el medio por el cual los microbios infecciosos logran entrar a un nuevo anfitrión y es paralelo a la vía de salida: ingestión, respiración, punción de la piel, abrasión.
- Huésped susceptible: Lo constituye otra persona. Un paciente, empleado o visitante (Chacón, 2009).

2. Factores de riesgo

a. Amplio uso de antibióticos y generación de resistencia a los antibióticos

Son varios los mecanismos de resistencia bacteriana a antibióticos, entre los que se encuentra la producción de enzimas inactivadoras de antimicrobianos, y de estas las más ampliamente estudiadas han sido las β -lactamasas, la que inactivan el anillo β -lactámico de penicilinas y cefalosporinas a través de la ruptura de la unión amida por medio de un sitio serina activo. Tanto las bacterias gramnegativas como las grampositivas pueden expresarlas. Además, se ha observado que las cepas productoras de betalactamasas de amplio espectro (BLEA) presentan también con frecuencia resistencia aumentada a otros antibióticos como los aminoglucósidos, las fluoroquinolonas, las tetraciclinas y trimetoprim-sulfametoxazol, ya que los genes que transmiten estas características están contenidos en elementos extracromosómicos junto a los genes que codifican para BLEA (Stürenburg & Mack, 2003).

Con el desarrollo de nuevas penicilinas y cefalosporinas, se observó la aparición de enzimas inactivadoras de los antibióticos. En los años 80 aparecen las cefalosporinas de tercera generación, como un gran avance en el tratamiento de diversas infecciones, principalmente las producidas por bacterias gram negativo, y en 1983 se describen las primeras β -lactamasas activas contra las oximinocefalosporinas (ceftazidima, cefotaxima, ceftriaxona) en aislamientos de *K. pneumoniae* y *E. coli*. Se logró demostrar que estas enzimas se derivan de β -lactamasas ya conocidas y llamadas de espectro amplio, TEM (de Temoniera, nombre del paciente en quien se describió inicialmente) y SHV o sulfihidril variable, ambas con actividad sobre la ampicilina y las cefalosporinas de primera y segunda generación (Stürenburg & Mack, 2003).

La sustitución de uno o varios aminoácidos en estas enzimas dieron origen al mecanismo productor de BLEA. Esta modificación les permitió ampliar su actividad sobre todos los antibióticos β -lactámicos, con excepción de los carbapenémicos. En la actualidad se han

descrito más de 350 tipos de estas enzimas y las más conocidas son las TEM, las SHV, las CTX-M, entre otras, identificadas en la mayoría de las enterobacterias (Stürenburg & Mack, 2003).

Los antibióticos que se utilizan para testear BLEA son cefalosporinas y penicilinas de primera generación, sin embargo, en los siguientes años, las mutaciones incrementaron, causando una mayor actividad de hidrólisis en las enzimas, haciendo más resistentes a las bacterias, por lo que el término “amplio” desapareció y actualmente se utiliza cefalosporinas de espectro extendido, monobactam e inhibidores de clavulato, dichas enzimas tomaron el nombre de β – láctámicos de espectro extendido (BLEE). Este es el mayor mecanismo de resistencia a β -láctámicos en bacilos gram negativos (Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI], 2015).

Desde el año 2000, la dispersión de enterobacterias productoras de BLEE adquiridas en comunidad ha sido notificada a nivel mundial. Estas enzimas hidrolizan casi todos los betalactámicos excepto las carbapenemas (Arnold, Thom, Sharma, Phillips, Johnson & Morgan, 2011), de ahí la importancia de mantener la eficacia clínica de estos antibióticos. Los carbapenemas son los antimicrobianos betalactámicos de más amplio espectro, mayor actividad y con resistencia a las betalactamasas, incluidas las BLEE (Queenan & Bush, 2007).

Las carbapenemasas por ser un grupo específico de betalactamasas con una alta eficiencia catalítica para la hidrólisis de carbapenemas. No se limitan al grupo de antibióticos anteriormente mencionados, sino que reconocen e hidrolizan casi todos los betalactámicos. Estos ocurren como resultado de las enzimas de las β - lactamasas en KPC, TEM, SHV, metalo-enzimas (MBDL), AmpC. Dependiendo cada microorganismo, así será la enzima que será producida (CLSI, 2015).

En todo el mundo los hospitales están encarando una crisis sin precedentes debido al rápido surgimiento y diseminación de microorganismos resistentes a antibióticos, los costos de descubrir, desarrollar, probar y aprobar nuevos antibióticos continúan subiendo, mientras que los peligros de toxicidad inesperada y falla clínica permanecen. Los hospitales, principalmente las Unidades de Cuidados Intensivos, son un medio para el desarrollo y diseminación de bacterias resistentes a antibióticos, la resistencia incrementa la morbilidad

y mortalidad asociada con infecciones y contribuye sustancialmente a aumentar los costos (Lima, 2004).

Entre los patógenos causantes de infecciones hospitalarias, los cocos gram positivo, se han convertido en predominantes, esto se relaciona a la capacidad de estos patógenos de acumular determinantes de resistencia antibiótica (Lima, 2004). La múltiple resistencia a antibióticos como la penicilina, cefalosporinas, aminoglucósidos y fluoroquinolonas se han incrementado gradualmente en los microorganismos Gram negativo especialmente: *K. pneumoniae*, *Enterobacter* sp. *P. aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii* (Lima, 2004).

En un estudio realizado en el Hospital General San Juan de Dios se demostró los factores de riesgo para adquirir infecciones por *E. coli* y *K. pneumoniae* productoras de BLEA, siendo: la estancia intrahospitalaria, ingresos previos al hospital, presencia de patologías concomitantes como la diabetes mellitus y la insuficiencia renal crónica, uso de tubos endotraqueales, empleo de ciprofloxacina y de mezclas de antibióticos, el uso de sondas o catéteres; sin embargo, la mayor estadía intrahospitalaria, el uso de ciprofloxacina y mezclas de antibióticos fueron los factores más importantes (Araya, Boza, Arguedas, Badilla y García, 2007).

b. Hacinamiento

Las condiciones de hacinamiento dentro del hospital, el traslado frecuente de pacientes de una unidad a otra y la concentración de pacientes muy vulnerables a infección en un pabellón (por ejemplo, de recién nacidos, pacientes quemados, cuidados intensivos) contribuyen a la manifestación de infecciones nosocomiales. Se ha reportado a nivel mundial que el hacinamiento y la falta de personal en hospitales son dos factores en la transmisión de infecciones nosocomiales principalmente *Staphylococcus aureus* meticilina resistente (SARM). Esta bacteria se encuentra presente en piel y en la nariz de personas sanas. Estos factores causan niveles más altos de SARM porque tienen un mayor impacto en la higiene de manos, el número de contacto entre los trabajadores de salud y los diferentes pacientes, sobrecargando los programas de aislamiento y causando agotamiento en el personal, también causan una estadía mayor en hospitales (University of Queensland, 2008).

La falta de cuartos de aislamientos, sin control de temperatura, humedad y calidad de aire causan la diseminación de los microorganismos. La distancia de las camas se encuentran

generalmente a 100 cm una de otras y una edificación inadecuada contribuyen al incremento de infecciones nosocomiales, debido la falta de los programas de seguimiento de protocolo de control de microorganismos dentro de los hospitales se siguen diseminando, y siendo endémicos, causan mayores brotes dentro de los mismos (Alp, Doganay, Leblebicioglu & Voss, 2011).

En un metaanálisis realizado por Frank, Kaier & Mutters (2012) se determinó que la presencia de *S. aureus* era de un 69% y estaba relacionado a la tasa de camas ocupadas. La mayoría de los estudios, un 75%, indican que el hacinamiento está directamente relacionado con la presencia de infecciones nosocomiales.

c. Sistema inmune poco desarrollado de los niños

Existen factores que ponen a los niños pequeños en riesgo de adquirir infecciones nosocomiales, como la edad, el estado nutricional e inmunológico, bajo peso al nacer y la enfermedad base de los niños afectados (Navarretes y Armengol, 1999). Así mismo, Lima (2004) coincide en que los factores que ponen a los niños pequeños en riesgo de adquirir infecciones nosocomiales son la edad, el estado nutricional e inmunológico y la enfermedad base de los niños afectados. Los prematuros y los recién nacidos de bajo peso; son de alto riesgo debido a que muchos de los mecanismos de defensa de los neonatos no son completamente funcionales. Estos pacientes, frecuentemente asociados a un alto riesgo de infecciones nosocomiales, presentan tasas que son de 5 a 10 veces mayores que aquellas en los pacientes de otros servicios del hospital, especialmente las Unidades de Cuidados Intensivo-Pediátricos y las de Cuidado Intensivo de Neonatos.

Según el grupo de Patología Infecciosa de la Asociación Española de Pediatría de atención primaria, los niños con un sistema inmunitario normal tienen una media de 6 a 8 infecciones respiratorias cada año durante los primeros 10 años de vida y 2 de gastroenteritis en los 2 – 3 años de vida; los datos contrastan con los adultos con frecuencias claramente inferiores (Ver anexo 1). La causa fundamental es la inmadurez del sistema inmune de los niños (Begara, 2017).

d. Tiempo de hospitalización

En un estudio de cohortes retrospectivo basado en tres estudios españoles, se revisaron las historias clínicas valorando la relación de varios factores y la presencia de infecciones relacionadas a la salud (IRAS) o infecciones relacionadas a la salud evitable (IRAS). Se observó diferencias entre los pacientes, los que presentaron IRAS eran mayores que el resto y presentaron mayor número de factores de riesgo. Entre los factores de riesgo de presentar una IRAS se demostró que había relación con la estancia hospitalaria mayor a una semana con un OR de 7,5 además se relacionó con sonda nasogástrica (OR 1,9), catéter venoso (OR 1,8) y catéter urinario (OR 2,4) (Corrales, Velásquez, Limón, Miralles, Requena y Aranaz, 2011).

3. Agentes causales

a. *Staphylococcus aureus*

S. aureus es un coco gram positivo, aerobio o anaerobio, inmóvil, no esporulante, con actividad catalasa y coagulasa, que generalmente se dispone en racimos irregulares. El género *Staphylococcus* contiene más especies, siendo las especies *S. epidermidis* y *S. saprophyticus* aquellas que se asocian con enfermedades humanas (Arroyave, Rendón, Montoya y Gonzáles, 2011).

Cuando hay infecciones basadas en la proliferación de los microorganismos, son un problema significativo en hospitales y otros centros de salud. La proliferación en los tejidos puede producir manifestaciones como forúnculos, infecciones cutáneas, infecciones postoperatorias de heridas, infecciones intestinales, septicemia, endocarditis, osteomielitis y neumonía. El comienzo de la enfermedad, en este caso, tiene lugar tras un periodo de incubación característicamente corto, de 1 a 8 horas (Arroyave et al., 2011).

S. aureus se considera como un patógeno oportunista tanto en áreas hospitalarias, así como la comunidad; principalmente en infecciones de la piel, tejidos blandos y que la mayor parte de cepas causan una alta morbilidad y en casos severos alta mortalidad. Lo virulento y patogénico en este grupo de bacterias es reducir su sensibilidad a diferentes tipos de antibióticos, cuando se habla de meticilino resistente es porque proviene de áreas en la comunidad y al hablar de esta resistencia, en áreas hospitalarias, se relaciona a resistencia a clindamicina y trimetoprim (Arroyave et al., 2011).

El mecanismo de resistencia a meticilina de *S. aureus* se asocia en general a la síntesis de una nueva PBP (PBP2a o PBP2') con baja afinidad por los antibióticos β -lactámicos. El determinante genético de esta proteína es de naturaleza cromosómica. La expresión fenotípica de la resistencia a la meticilina es compleja, diferenciándose inicialmente dos tipos de cepas, unas con resistencia homogénea, o de alto nivel, y otras con resistencia heterogénea, que representan la forma más habitual (Camarena y Sánchez, 2008).

Según Camarena y Sánchez (2008), las cepas SARM se introducen en el medio hospitalario a través de pacientes, visitantes o trabajadores sanitarios. El reservorio fundamental lo constituyen los pacientes ingresados que están infectados o colonizados, extendiéndose a otros pacientes principalmente por medio de las manos del personal sanitario (infección cruzada).

b. *Klebsiella* sp.

Los microorganismos del género *Klebsiella* son bacilos gram negativos inmóviles que pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*. El género *Klebsiella* está formado por varias especies, entre las que se encuentran *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *K. planticola* y *K. terrigena*. La capa más externa de *Klebsiella* spp. está formada por una gran cápsula de polisacáridos que diferencia a estos microorganismos de otros géneros de esta familia. Aproximadamente del 60 al 80% de los microorganismos del género *Klebsiella* aislados de muestras de heces y clínicas son *K. pneumoniae* y dan positivo en la prueba de coliformes termotolerantes. *K. oxytoca* también se ha identificado como microorganismo patógeno (Arroyave et al., 2011).

Se han detectado *Klebsiella* spp. en pacientes de hospitales, estando la transmisión asociada con la manipulación frecuente de los pacientes. Quienes se exponen a un riesgo mayor son las personas con sistemas inmunitarios poco activos, como las personas ancianas o muy jóvenes, los pacientes con quemaduras o heridas extensas, los que están siendo sometidos a tratamientos inmunodepresores o los infectados por el VIH. La colonización puede dar lugar a infecciones invasivas. En Unidades de Cuidados Intensivos se ha encontrado muy frecuentemente *K. pneumoniae*. Además *K. pneumoniae* presenta la mayor prevalencia de BLEE (beta lactamasas de espectro extendido) en el mundo seguida por *E. coli*. La diseminación de las bacterias se debe a razones socioeconómicas precarias, infraestructura

hospitalaria con relación a número de personal de enfermería por paciente, higiene hospitalaria deficiente y autoprescripción de antibióticos (Arroyave et al., 2011).

Klebsiella sp puede causar infecciones intrahospitalarias, donde el agua y los aerosoles contaminados pueden ser fuentes de estos microorganismos en ambientes hospitalarios y de otros centros sanitarios (Arroyave et al., 2011).

c. *Escherichia coli*

Según Nataro y Kaper (1998) *E. coli* está presente en grandes concentraciones en la microbiota intestinal normal de las personas y los animales. Sin embargo, en otras partes del cuerpo *E. coli* puede causar enfermedades graves, como infecciones de las vías urinarias, bacteriemia y meningitis. Un número reducido de cepas enteropatógenas pueden causar diarrea aguda. Se han determinado varios tipos de *E. coli* enteropatógenas, basándose en diferentes factores de virulencia: *E. coli* enterohemorrágica (ECEH), *E. coli* enterotoxígena (ECET), *E. coli* enteropatógena (ECEP), *E. coli* enteroinvasiva (ECEI), *E. coli* enteroagregativa (ECEA) y *E. coli* de adherencia difusa (ECAD), no obstante, las que presentan mayor patogenicidad y prevalencia son de las cepas de ECEA y ECAD.

Los serotipos de ECEH, como *E. coli* O157:H7 y *E. coli* 0111, producen diarrea que puede ser desde leve y no hemorrágica hasta altamente hemorrágica. Entre el 2% y el 7% de los enfermos desarrollan el síndrome hemolítico urémico (SHU) por esta última, además puede participar en infecciones nosocomiales (Arroyave et al., 2011). *E. coli* es encontrada en áreas críticas, así como, en otros sitios hospitalarios, instituciones asociadas al cuidado de la salud y más comúnmente en la comunidad. Es la segunda bacteria que presenta mayor prevalencia de BLEE y carbapenemasas (Arroyave et al., 2011).

d. *Pseudomonas aeruginosa*

P. aeruginosa pertenece a la familia *Pseudomonadaceae* y es un bacilo gram negativo aerobio con un flagelo polar. Cuando se cultiva en medios adecuados produce piocianina, un pigmento azulado no fluorescente y también un pigmento verde fluorescente, pioverdina. *P. aeruginosa*, al igual que otras *Pseudomonas* fluorescentes, produce catalasa y oxidasa, así como amoniaco a partir de la arginina, y puede utilizar citrato como única fuente de carbono (Galván, 2001).

P. aeruginosa es un patógeno frecuentemente encontrado en neumonía nosocomial, infección urinaria, meningitis, tejidos blandos y quemaduras, el aparato respiratorio de personas con enfermedades subyacentes o las lesiones físicas en los ojos, bacteremias en pacientes neutropénicos y en Unidades de Cuidados Intensivos donde ocasiona gran mortalidad. Se adapta fácilmente a diferentes condiciones ambientales, persiste en múltiples dispositivos gracias a la producción de biopelícula. Además posee varios mecanismos de resistencia, constitutivos e inducibles dentro de los cuales se destaca BLEE y AmpC, siendo esta última un mecanismo que está presente de forma natural en gram negativos no fermentadores tal como lo es *P. aeruginosa*, otro mecanismo que en los últimos años ha aumentado es la resistencia a carbapenem las cuales son producidas por AmpC combinado con otro mecanismo y rara vez por un mecanismo único, probablemente sea uno de los factores que limita la amplia diseminación de la misma, cabe mencionar que esto hace difícil el tratar infecciones por ella ya que son bacterias que sobreviven en múltiples superficies y pueden llegar a permanecer por un mes en superficies inanimadas (Arroyave et al., 2011).

Además, el género *Pseudomonas* tiene una gran importancia en agua para consumo humano, ya que dicha bacteria puede asociarse a concentraciones altas en el agua potable, especialmente en el agua envasada (Galván, 2001).

e. Epidemiología

La sobrevivencia para infecciones nosocomiales es una parte esencial en los programas de control de infecciones en los hospitales. La vigilancia bacteriológica, puede brindar información de fondo con el fin de identificar problemas de infecciones nosocomiales, requiere medidas de control o intervenciones, la bacteriología de una infección nosocomial epidémica es dramáticamente diferente que el de una infección endémica (Lima, 2004).

Según Lima (2004) los datos más importantes encontrados en Guatemala acerca de infecciones nosocomiales son los siguientes: Rodríguez Barillas, reportó a los microorganismos Gram negativo como los responsables de la mayoría de las infecciones adquiridas intrahospitalariamente, en especial los pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae con 55.8% en 1980 y 48.4% en 1981, sobresaliendo *E. coli* con el 31.2% en 1980 y 26.6% en 1981. Mientras que los cocos Gram positivo fueron responsables del 25.3% en 1980 y del 28.1% en 1981. Así mismo Rodríguez Cruz, reportó a los bacilos Gram

negativo como los microorganismos más frecuentemente encontrados como causantes de infecciones nosocomiales con un 53.6% entre los cuales las bacterias más frecuentes en general fueron *E. coli* 20.27% y *K. pneumoniae* 18.47%, mientras que los microorganismos Gram positivo presentaron un 46.35% de frecuencia.

i. Mortalidad materna

Desde hace casi dos décadas, se ha aumentado considerablemente el conocimiento de las causas y circunstancias que provocan morbilidad, discapacidad y muerte a las mujeres, relacionadas con el proceso del embarazo, el parto y el puerperio. La evidencia menciona, que la clave para reducir las muertes maternas no reside exclusivamente en el desarrollo socioeconómico general de la población, sino en ofrecer un tratamiento eficaz y accesible a las complicaciones obstétricas. La mortalidad materna es un indicador de la calidad de atención en servicios de salud (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social [MSPAS] y Programa Nacional de Salud Reproductiva, 2009).

Además de todas las condiciones que llevan a la muerte materna, Las muertes maternas ocurren generalmente en un plazo de 24 horas después de la resolución del embarazo, cuatro de cada diez mueren en un servicio hospitalario. Una de las principales causas de muerte materna es la Infección Puerperal, que se desarrolla en el tracto genital después del parto. La incidencia de fiebre después del alumbramiento es un índice seguro de la frecuencia de aparición de este proceso. El Joint Committee On Maternal Welfare (Comité Conjunto sobre el Bienestar Materno) ha definido la morbilidad como “temperatura de 38 grados o más que aparece durante dos días en el transcurso de los 10 días que siguen al parto, incluyendo las primeras 24 horas, determinada por vía oral, mediante el empleo de una técnica estándar, por lo menos cuatro veces al día; manifestándose con dolor a la palpación, y/o dolor pélvico a la palpación, loquios fétidos y achocolatados, subinvolución uterina (Ramos, 2014).

Lo anterior indica que las madres son hospitalizadas en el servicio, por más de 10 días presentando un alto riesgo de una progresión de la infección y ser un foco de la misma, además de ser manipuladas por varios equipos y personal del servicio. Según la OSAR (2003) el 14 % de la causa de mortalidad materna son las infecciones y el 29% de las muertes ocurrieron en establecimientos de salud.

C. Fuentes de contaminación

1. Ambiente hospitalario

Las infecciones hospitalarias se producen por el contacto del paciente con 3 posibles fuentes: su propia microbiota, los patógenos presentes en otros pacientes o en el personal sanitario y, por último, patógenos presentes en el ambiente hospitalario. Desde hace más de 20 años se considera que dicha microbiota es la principal fuente de infecciones, pero se estima que el 20-40% de las infecciones se adquieren de forma horizontal de otros pacientes o personal y el 20%, del ambiente (López, 2014).

Conviene estratificar las zonas de atención de pacientes según el riesgo de contraer infecciones que presenta esa población. En algunas unidades, incluso las de oncología, neonatología, cuidados intensivos y unidades de trasplante, quizá convenga tener un sistema de ventilación especial.

Se pueden considerar cuatro grados de riesgo:

- Zonas de poco riesgo: por ejemplo, secciones administrativas.
- Zonas de riesgo moderado: por ejemplo, unidades regulares de atención de pacientes.
- Zonas de alto riesgo: por ejemplo, unidades de aislamiento y de cuidados intensivos.
- Zonas de muy alto riesgo: por ejemplo, el quirófano (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2003).

a. Papel de las superficies

Según Basso (2004), una superficie se define como el límite o término de un cuerpo, que lo separa y distingue de lo que no es él. Las superficies en los servicios de salud comprenden: muebles, pisos, paredes, mamparas, puertas y perillas, techos, ventanas, equipamientos para la salud, soportes, sumideros, camillas, divanes, soporte para sueros, balanzas, computadores, instalaciones sanitarias, aparatos de aire acondicionado, ventilador, extractores de aire, lámparas, aparato telefónico y otro, ya que pueden estar contaminadas con microorganismos epidemiológicamente importantes. El Servicio de Limpieza en Servicios de Salud deberá contribuir para prevenir el deterioro de superficies, objetos y materiales, promoviendo el

confort y la seguridad de los pacientes, acompañantes y los funcionarios, por intermedio de un medio ambiente limpio (Basso, 2004).

Dentro de las superficies mencionados se encuentran los baños, que pueden emplearse para higiene (pacientes adultos y bebés) o para fines específicos de atención (quemaduras, rehabilitación en piscinas, litotripsia). El principal agente infeccioso en los baños es *P. aeruginosa*, puede causar foliculitis, otitis externa, que puede llegar a ser grave cuando hay ciertas afecciones (diabetes, inmunodeficiencia) e infección de heridas. Los baños también pueden transmitir otros agentes patógenos (*Legionella*, micobacterias atípicas, granuloma de las piscinas y enterobacterias como *Citrobacter freundii*) (OMS, 2003).

Las infecciones víricas también pueden transmitirse en los baños comunitarios (*Molluscum contagiosum*, virus del papiloma) por medio de contacto con las superficies contaminadas. Se debe prohibir a los pacientes infectados el uso de baños comunitarios. Es preciso proteger con vendajes oclusivos impermeables los posibles puntos de entrada de microorganismos (OMS, 2003).

En Perú en el año 2009, se hizo un estudio de superficies en reservorios ambientales de las salas de operaciones del Servicio de Cirugía y de las salas de partos del Servicio de Obstetricia del Hospital Regional de Cajamarca, esto porque en otros países latinoamericanos existen escasos reportes de la presencia de *S. aureus* en ambientes, vehículos y reservorios inanimados que pueden llegar a causar infecciones en dichas áreas críticas. La investigación demostró una moderada frecuencia de *S. aureus* con capacidad de producir beta-lactamasa y, por lo tanto, potencialmente multirresistente, en reservorios ambientales hospitalarios. De 64 muestras se obtuvieron 17 muestras positivas de *S. aureus* de los cuales, 3 fueron productores de betalactamasas clásicas y fueron hallados en reservorios tipo camillas y mesas (Rivera, Rodríguez y Huayán, 2009).

2. Hospital General San Juan de Dios

a. Reseña histórica

En 1630, hermanos hospitalarios de la Orden San Juan de Dios, bajo la dirección del Padre Fray Carlos Cívico de la Cerda, así como otros religiosos, su objetivo fue el de presentar la solicitud de administrar el hospital de la ciudad. El Hospital General San Juan de Dios fue

puesto al servicio público en octubre de 1778, debido al terremoto del 4 de febrero de 1976, el hospital se vio en la necesidad de trasladar algunas de las áreas de atención médica al Parque de la Industria, en la zona 9 capitalina. Fue en el año 1981 que se trasladó el Hospital a las actuales instalaciones, en la zona 1 (ver anexo 2) (Hospital General San Juan de Dios [HGSJDD], 2018).

Actualmente, se describe como un Hospital General Nacional, docente asistencial, de referencia y cobertura nacional, dependencia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, responsable de brindar atención integral de salud, con calidez y calidad, mediante la promoción de la salud, prevención de enfermedades, recuperación y rehabilitación de usuarias y usuarios, contando con recurso humano calificado y tecnología moderna para el mejoramiento de la calidad de vida. Cuenta con aproximadamente 3 mil empleados, distribuidos de la siguiente forma: mil 300 personal de auxiliares de enfermería y enfermeras graduadas, 500 médicos y mil 200 trabajadores administrativos y de apoyo (HGSJDD, 2018).

El hospital ofrece los siguientes servicios y especialidades: Cirugía, Cirugía Ambulatoria, cirugía cardiovascular, Dermatología, Endocrinología, Fisioterapia y Rehabilitación, Gastroenterología, Ginecología y Obstetricia, Hematología, Infectología, Maxilofacial, Medicina interna, Nefrología, Neumología, Neurocirugía, Neurología, Odontología, Oftalmología, Otorrinolaringología, Psicología, Psiquiatría, Pediatría, Reumatología, Traumatología y Ortopedia, Urología, Clínica Familiar, Trabajo Social, Laboratorio Clínico, Radiología, Cáncer de mama, Banco de Sangre, entre otras, se encuentran ubicados en Torres (ver anexo 2) (HGSJDD, 2018).

b. Servicios

i. Unidad de Cuidados Intensivos

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) se define como una organización de profesionales sanitarios que ofrece asistencia multidisciplinaria en un espacio específico del hospital que cumple unos requisitos funcionales, estructurales y organizativos de forma que garantice las condiciones de seguridad, calidad, eficiencia adecuadas para atender pacientes que siendo susceptibles de recuperación requieren soporte respiratorio o que precisan soporte respiratorio básico junto con ayuda de, al menos dos órganos o sistemas; así como todos los

pacientes complejos que requieran apoyo por fallo multiorgánico, la UCI puede atender pacientes que requieren un menor nivel de cuidados (Ministerio de Sanidad y Política Social, 2010).

El Hospital General San Juan de Dios cuenta con área de Cuidado Crítico en el segundo nivel (ver anexo 3) distribuidos de la siguiente forma: Intensivo, Coronarios, Intermedios y actualmente incluyéndose el servicio de Progresivos. El primero cuenta con 6 camas, dos camas por cuarto y 3 lavamanos y una puerta con manivela, así mismo todos los intensivos a excepción de intermedios que cuenta con 5 camas y dos lavamanos. La Unidad de Cuidados Intensivos de Pediatría (UCIP) se encuentra ubicado en el segundo nivel en el servicio de Maternidad, cuenta con 12 cubículos de intensivo, estación de enfermería, área de bodega de insumos y equipo, área de desechos sólidos, área de transfer, oficina de administración, salón de exposición de casos, servicios sanitarios del personal, dormitorio de médicos y servicios sanitarios del personal (ver anexo 4) (HGSJDD, 2018). Además, cada servicio cuenta con mobiliario variado (ver anexo 5, Tabla 1).

La Unidad de Cuidados Intensivo de Adultos cuenta con 23 personas, incluyendo jefe del área, residente encargado, personal de enfermería y auxiliares de este. Se lleva a cabo un programa sobre infecciones nosocomiales, el cual hace vigilancia epidemiológica de las diferentes enfermedades nosocomiales (HGSJDD, 2018).

En el estudio realizado por Llanos y colaboradores en 2004 se determinó que las variables que aumentan el riesgo de sufrir una infección nosocomial en la UCI son: el diagnóstico que motivó el ingreso del paciente en la unidad, sufrir un traumatismo craneoencefálico y presentar una insuficiencia renal en el momento del ingreso. Por otra parte, los factores extrínsecos identificados han sido la presencia de sonda urinaria, haber practicado una traqueostomía, estar ventilado mecánicamente, tener insertado un catéter de Swan-Ganz y contar con nutrición parenteral. En el estudio se determinó que la ventilación mecánica y la traqueostomía predisponen a padecer neumonía mientras que uso de catéter de Swan-Ganz y la administración de nutrición parenteral se asocian a bacteriemia.

ii. Área de Pediatría

El área de Pediatría se encarga de pacientes desde la infancia hasta el final de la adolescencia lo que considera a pacientes en crecimiento, maduración y desarrollo biológico, fisiológico y social; se enlaza directamente a la herencia genética, medioambiente que lo rodea y en el que se desenvuelve (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2006).

El Hospital General San Juan De Dios ubica este servicio en el primer nivel (ver anexo 6), que cuenta con ocho áreas: Nutrición y Gastroenterología cuenta con 24 camas con barrotes y 6 lavamanos tanto para enfermería como de uso público, Traumatología y Ortopedia se conforma de 22 camas al igual que el servicio de Hematología y 4 baños en el primero y 1 en el segundo Cuna y Medicina de Niños cuentan con 32 camas y 5 lavamanos por servicio, las áreas de Quemados y Espina Bífida cuentan con 25 camas y un lavamanos por servicio por ultimo Cirugía Pediátrica tiene 30 camas con dos lavamanos, todos presentan una puerta para ingreso con manivela, además de mobiliario en cada servicio (ver anexo 5, Tabla 2) (HGSJDD, 2018).

El área de Pediatría cuenta con 94 personas, incluyendo jefe del área, residente encargado, personal de enfermería y auxiliares de enfermería. Esta área tiene más personal ya que se subdivide en 8 áreas dentro de la misma y se toma el área de Cuidados Intensivos de niños como otro servicio de esta área (HGSJDD, 2018).

iii. Área de Maternidad

El área de Maternidad considera el espacio que ofrece asistencia multidisciplinaria a la mujer, recién nacido y familia en el nacimiento y durante el parto; donde los recién nacidos tiene un sistema inmune inmaduro (Ministerio de Sanidad y Política Social, 2010).

El área de Maternidad dentro del Hospital General San Juan de Dios, está ubicado en el segundo nivel y posee varios servicios que se describen de la siguiente manera (ver anexo 7): Labor y Partos cuenta con 7 camas sin barrotes que se encuentran separadas por una pared y utilizan cortinas para mayor privacidad, 1 lavamanos; para el servicio de Séptico se encuentran 22 camas, dos camas sin barrotes en espacio separado por paredes, cuentan con 5 lavamanos y Complicaciones Postparto tiene 34 camas sin barrotes, 3 en cada espacio separado por paredes y 2 lavamanos; cada servicio cuenta con una estación de enfermería y

un área crítica, además de mobiliario de cada servicio (ver anexo 5, Tabla 3) (HGSJDD, 2018).

El área cuenta con 67 personas, incluyendo jefe del área, residentes encargado, personal de enfermería y auxiliares de enfermería (HGSJDD,2018).

iv. Servicios Generales de Mantenimiento

La Gerencia de Mantenimiento se divide en tres áreas:

a. Subgerencia de Mantenimiento

b. Subgerencia de Electromedicina

c. Subgerencia de Servicios Generales, se divide en los siguientes departamentos: 1) Departamento de Imprenta; 2) Departamento de Limpieza; 3) Departamento de Costurería; 4) Departamento de Lavandería; 5) Ropero de Admisión. Se cuentan con 259 empleados (Ver anexo 8, Tabla 4) (Chacón, 2009).

La importancia de este departamento es la limpieza de cada servicio, entre sus atribuciones principales se encuentran: elaborar el cuadro diario de asistencia, tomar asistencia diaria al personal, supervisar constantemente el área de trabajo de cada empleado, distribuir los insumos de limpieza al personal que solicita, supervisar diariamente que todos los acopios temporales se mantengan limpios (HGSJDD, 2018).

Además el conserje para área de encamamiento se encarga de: barrer y trapear las veces que sea necesario en su servicio asignado, recolectar los desechos sólidos hospitalarios comunes (bolsa negra) y bio-infeccioso (bolsa roja) de los recipientes que están colocados en cada cubículo del servicio, lavar diariamente los recipientes donde se colocan los desechos y colocar su respectiva bolsa para que el personal médico, paramédicos y personal en general clasifique de una forma adecuada los desechos que genera cada unidad, lavar y pulir sanitarios y lavamanos generales en turno de mañana y de tarde, lavar y pulir bacines, orinales y mingitorios en turno de la mañana y tarde, limpiar azulejos turno de mañana y tarde, mantener limpia la mesa donde desayuna, almuerza y cena cada paciente en turnos de mañana y tarde (HGSJDD , 2018).

v. Realización actual de la limpieza

La limpieza de un servicio hospitalario se diferencia de la que se realiza en otro ambiente en dos aspectos fundamentales, la frecuencia de la limpieza debe ser mayor y las tareas deben realizarse con mayor minuciosidad (ver anexo 9). En cuanto a la desinfección la cual debe realizarse después de una adecuada limpieza dependerá de la situación en particular que genera la misma, existiendo básicamente dos tipos de desinfección, la regular o concurrente, y la terminal (HGSJDD, 2018).

Limpieza cuenta con 173 personas que representan el 54 % de la fuerza laboral a cargo de Subgerencia de Mantenimiento y Servicios Generales, laboran en 3 turnos: Matutino: 7:00 AM a 1:30 PM Vespertino: 1:30 PM a 8:00 PM Velador: 8:00 PM a 6:30 AM (2 días a la semana). De las 173 personas que laboran en el departamento de limpieza, cada servicio lo cubre una persona, de esta forma cada servicio puede contar entre dos y tres turnos de trabajo depende la complejidad del servicio (Chacón, 2009).

Según el HGSJDD (2018) se debe identificar dentro del servicio tres zonas básicas para aplicar el protocolo del hospital, las cuales se clasifican como zonas de alto riesgo (Quirófanos, antesala a los quirófanos, Unidades de Cuidados Intensivos) la desinfección debe realizarse regular o concurrentemente, zonas de mediano riesgo (vestuarios, duchas, habitaciones de pacientes, salas de descanso y tratamiento, consultas etc.) zonas de bajo riesgo (oficinas administrativas, pasillos, escaleras, ascensores, etc.). El protocolo establece eliminar totalmente el barrido en seco, se debe aplicar un barrido húmedo en todo el servicio, utilizando los utensilios de limpieza únicamente para este servicio. Utilizar las bolsas de basura adecuadas según el tipo de desecho, bio-infeccioso bolsa roja, especial bolsa blanca o transparente, y común bolsa negra.

- Limpieza de lavamanos. Después de ser utilizados, si los cepillos no son desechables se lavarán y aclararán depositándose en las bolsas rojas previstas para ello.
- Aplicación en paredes con solución desinfectante hasta una altura accesible.
- Limpieza de las ruedas de todos los carros mediante pulverización con solución desinfectante
- Los fregaderos y lavamanos se limpian con solución desinfectante sugerida.
- Se aplicará sobre el suelo solución desinfectante desde adentro hacia fuera.

- Se procederá a la limpieza de pasillos corredores, y otras dependencias anexas al área.
- El suelo se limpia con barrido húmedo y fregado con trapeador y doble cubo.
- Todos los armarios y estanterías se limpiarán con solución desinfectante dos veces por semana (HGSJDD, 2018).

Para la desinfección terminal: Se sugiere realizarla 1 vez por semana, o de acuerdo con criterio técnico:

- El servicio debe estar fuera de servicio al menos 4 horas.
- Los desinfectantes que se utilizan (agua, jabón con cloro 5%, solución de filiferina al 2% = 80 cc por cada galón de agua, y propilenglicol 30cc para vaporizar por cada galón de agua.
- Para la desinfección se retirará el cielo falso, se moverán muebles o estantes, se lavarán con agua, y jabón con cloro al 5% restregando las superficies, haciendo uso del equipo de bioseguridad correspondiente. Para desinfectar la sala se realiza con solución de filiferina al 2%, y se deja secar por 30 minutos.
- Luego se coloca nuevamente todo en su lugar y se agrega propilenglicol, finalmente se espera 1 hora para que pueda estar listo para cualquier ingreso (HGSJDD, 2018).

D. Estudios relacionados

1. Factores que influyen en la persistencia de los microorganismos

La mayoría de los patógenos nosocomiales más habituales son capaces de sobrevivir en superficies inanimadas secas desde horas a varios meses, dependiendo de la naturaleza de la superficie, las condiciones de humedad y temperatura y el uso de determinados sistemas de limpieza o desinfectantes. Existen diferencias entre las diversas especies que reflejan las diferencias en prevalencia y una distinta capacidad intrínseca de sobrevivir en el ambiente hospitalario (Alaabouche, Descamps, Guet-Revillet, Lecuyer & le Monnier, 2012). En general hay factores que influyen en su persistencia como son la disminución de la temperatura entre 4 a 6°C, y humedad alta mayor del 70%. De todos, un alto inóculo en frío, con alta humedad relativa es el mejor ambiente para persistencia (Arroyave et al., 2011).

2. Posibles fuentes de infecciones nosocomiales y microorganismos implicados en el Hospital General San Juan de Dios

El Hospital General San Juan de Dios es un hospital de tercer nivel de atención y de referencia nacional, dedicado a la recuperación de la salud, docencia e investigación. Un estudio realizado en este centro hospitalario reveló que existía relación directa entre infecciones nosocomiales y algunos procedimientos. El sistema National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS), refiere que la distribución de patógenos de infecciones en sitios quirúrgicos (ISQ) no han cambiado en la última década: *S. aureus*, *S. coagulasa* negativa, *Enterococcus* spp. , *E. coli*, *P. aeruginosa* dentro de las más frecuentes; es por ello que se asume que si están presentes en sitios donde la limpieza es más rigurosa es posible que también se encuentren en superficies inanimadas de las áreas de Maternidad, Pediatría y UCI dado que el nivel de limpieza es menos exigente (Ríos, 2013).

En un estudio realizado en el 2004 se tomaron muestras de las distintas fuentes potenciales de infección nosocomial en la Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatos (UCIN) y en la Unidad de Terapia Intensiva de Pediatría (UTIP) del Hospital General San Juan de Dios durante el Periodo de septiembre 1999 a marzo 2000 (las manos del personal que labora en dichos servicios, las superficies, el agua y el equipo de terapia respiratoria listo para su uso); se determinó que el personal de la UCIN presentó mayor número de aislamientos positivos (67%) que el personal de la UTIP (49%), por lo tanto mayor riesgo de infección para los pacientes. En las manos del personal de la UTIP se aisló frecuentemente microbiota normal de la piel (57%) que microorganismos Gram negativo (43%). En la UCIN se aislaron principalmente microorganismos Gram negativo (69%); los principales microorganismos aislados fueron *E. aerogenes* (20%) y *K. pneumoniae* (20%), seguidos por los microorganismos Gram positivo como; *Bacillus* sp. (16%) y *Staphylococcus* sp. (15%). *E. aerogenes* y *K. pneumoniae* presentaron patrones de resistencia a antibióticos (Lima, 2004). Además, se considera que el equipo de terapia respiratoria y el agua son posibles fuentes de infección nosocomial para estos servicios, ya que los microorganismos encontrados, aunque en su mayoría pertenecen a la microbiota normal de la piel y el ambiente no deben estar presentes (Lima, 2004).

Otro estudio realizado en el Hospital General San Juan de Dios menciona un muestreo que se realizó en manos del personal médico, pacientes post operación y material usado durante el procedimiento en donde el 20% de los cultivos salieron positivos; de los microorganismos aislados el 80% fueron Gram positivo y el restante 20% fue Gram negativo. Dentro de las bacterias encontradas *E. agglomerans*, fue encontrado principalmente en la piel del paciente y *P. aeruginosa* se encontró en la manguera de equipo de anestesia, aunque no es un hallazgo abundante puede indicar un mal lavado de material y puede producir infección en el sitio quirúrgico (Ríos, 2003).

Los siguientes estudios demuestran que las bacterias *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Klebsiella* sp y *E. coli* se aíslan con regular frecuencia en los servicios de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos, sin embargo, no describen los focos de infección los que pueden ser desde superficies inanimadas hasta las manos del personal debido a limpieza ineficaz.

En el estudio realizado por Garrido se describen 62 casos de aislamientos de *K. pneumoniae* y *E. coli* resistentes a carbapenemes provenientes del Hospital General San Juan de Dios, en el que se encontraron 14 (23%) aislamientos de *Klebsiella* sp. con presencia de carbapenemasas, de los cuales 13 (93%) productores de carbapenemasa tipo MBL, 1 (7%) productor de carbapenemasa tipo KPC y de *E. coli* no se obtuvo ningún aislamiento con presencia de carbapenemasas (Garrido, 2014).

La única cepa de *K. pneumoniae* con carbapenemasa tipo KPC obtenida, provenía de una muestra de urocultivo de la sala de Unidad de Cuidados Intensivos de Pediatría. Con respecto a los aislamientos de carbapenemasas tipo MBL se encontró que uno de los servicios donde hubo mayor número de estos fue en la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos con 4 aislamientos (31%) además las Unidades de Cuidados Intensivos de Pediatría y Medicina de Mujeres tuvieron un aislamiento positivo por cada unidad (8% para cada sala) (Garrido, 2014).

En el estudio realizado por Velásquez se evaluaron 54 aislamientos de *K. pneumoniae* resistentes a carbapenemes (imipenem y meropenem) para determinar la presencia del gen *bla*NDM de los que 49 fueron productores de carbapenemasas. Estos microorganismos fueron aislados más frecuentemente en muestras de sangre (37%) y orina (14%); con un 53 % de cepas de *K. pneumoniae* portadoras del gen *bla*NDM en servicios intensivos, dichos

estudios concuerdan con otros estudios del mismo tipo, que exponen que la Unidad de Cuidados Intensivos son los más afectados por la presencia de bacterias portadoras de carbapenemasas. La alta cantidad de aislamientos indica que se ha diseminado ampliamente por todo el hospital desde el primer caso reportado, en 2011, poniendo en riesgo a los pacientes especialmente en los servicios intensivos haciendo la recomendación de implementar biología molecular para el diagnóstico de las enfermedades infecciosas, así como evaluar las normas de higiene y bioseguridad en los servicios (Velásquez, 2016).

En el estudio realizado por Cuellar en 2003; se demuestra la presencia de *P. aeruginosa* en áreas de Cuidados Intensivos; en el cual realizó un estudio de la susceptibilidad de los microorganismos no fermentadores en el Hospital Regional de Occidente “San Juan de Dios”. Determinó que la mayor cantidad de aislamientos pertenecían a las UCI siendo los dos microorganismos con mayor frecuencia aislados *P. aeruginosa* y *A.baumannii*, para los mismos fue probado imipenem obteniendo una susceptibilidad del 94% para *P. aeruginosa* y del 98% para *A. baumannii* (Cuellar, 2003).

En Guatemala, Rosales, en 2005, realizó un estudio de determinación de susceptibilidad en *P. aeruginosa* y *A. baumannii* con 638 aislamientos de muestras obtenidas de pacientes hospitalizados en el Hospital General San Juan de Dios, donde la mayor cantidad de aislamientos fueron obtenidos de las UCI y se determinó la resistencia a carbapenemes con un 25% (Rosales, 2005).

En el estudio realizado por Balsells en la Pediatría del Hospital General San Juan de Dios, reportó a los bacilos Gram negativo de la familia Enterobacteriaceae como los responsables del 52% de las infecciones adquiridas intrahospitalariamente en donde *E. coli* causó el 29.93% de los casos, *Pseudomonas* spp. 23.36% y *S. aureus* del 10.95% de los casos. Barrios, calculó una frecuencia de infecciones nosocomiales entre 12.59% y 22.23% resultado que fue aumentando conforme se mejora en registro y detección de casos. En términos generales las bacterias Gram negativo constituyeron el 68.68% y el 31.32% lo constituyeron las bacterias Gram positivo. Los 4 microorganismos Gram negativo más importantes implicados como agentes etiológicos fueron: *Pseudomonas* spp. 15.59%, *E. coli* 14.98%, *Enterobacter* spp. 14.62% y *Klebsiella* spp. 7.8%. Pegues D., aisló *Serratia marcescens*, *K. pneumoniae* y *K. oxytoca* de los hemocultivos de 14 pacientes en la UCIN (Lima, 2004).

El contacto de las manos con superficies contaminadas aumenta la posibilidad de transferencia de los microorganismos a personas susceptibles. Debido a la falta de estudios en este tema, los autores enfatizan el estudio de microorganismos clínicamente importantes para el servicio desde que los perfiles de infección varían entre instituciones, ya que están presentes en diferentes superficies y los pacientes presentan posibles resultados positivos similares. La OMS establece la seguridad de los pacientes como una prioridad, así como un componente crítico es el cuidado de la calidad, donde se debe tomar en cuenta el cuidado de la limpieza libre de contaminación (Sales, Oliveira, Célia, Ramos & Carvvalho, 2014).

Según Lima (2004) Un número de reportes ha demostrado la presencia de bacilos Gram negativo en los lavamanos del Hospital General San Juan de Dios y muchas de estas bacterias aisladas en los lavamanos poseen multirresistencia a antibióticos, pero, los pacientes parecen raramente adquirir patógenos nosocomiales por esta fuente.

Es recomendada la investigación de brotes en donde sea que haya fuentes ambientales que estén epidemiológicamente relacionadas con la diseminación de infecciones.

3. Persistencia de los patógenos en superficies inanimadas

El ser humano se encuentra permanentemente en contacto con microorganismos como bacterias, virus, hongos y parásitos con los cuales establece mecanismos de defensa para defenderse, cuando el huésped es inmunocompetente estos agentes no van a ocasionar enfermedad; sin embargo, cuando estos habitan en las superficies inanimadas de los hospitales y un huésped inmunocomprometido es expuesto, o porque el medio ambiente permite su inclusión, van a ocasionar enfermedades incluso muy resistentes a múltiples antibióticos. En una revisión sistemática, donde se evaluaron las superficies donde habitualmente las personas colocan las manos, sobre la persistencia en las superficies inanimadas de las bacterias, hongos y virus (ver anexo 10, tabla 5) relevantes por su importante asociación a infecciones asociadas a la atención a la salud se determinó el tiempo de permanencia viable en superficies inanimadas de *S. aureus* de 7 días a 7 meses, *E. coli* de 1.5 horas a 16 meses, *P. aeruginosa* 6 horas a 16 meses; en superficies secas: 5 semanas y *Klebsiella* sp. 2 horas a más de 30 meses (Castañeda y Ordoñez, 2014).

En general el control en la comunidad de las infecciones comunitarias hay una controversia sobre el adecuado tratamiento de las superficies de las instituciones para prevenir infecciones nosocomiales basados en la información disponible ya que hay grupos que prefieren el uso de productos antimicrobianos mientras otros no ya que dependen de los datos y riesgo de infección microbiana, al menos en la cercanía de los pacientes (Kramer, Schwebke y Kampf, 2006).

Hay nuevos lineamientos en el tratamiento de la superficie de los hospitales para la prevención de la transmisión de patógenos nosocomiales como el tipo de servicio y frecuencia del contacto de las manos con las superficies, siendo lo más importante evaluar la persistencia de los patógenos nosocomiales en las mismas. Debido a que mientras más tiempo el patógeno permanece en la superficie la fuente de contaminación es mayor y pone en riesgo la salud tanto de pacientes como trabajadores de la salud susceptibles (Kramer et al., 2006).

Uno de los factores ambientales que se puede utilizar e influye en la viabilidad de crecimiento de los microorganismos es la luz y la luz ultravioleta. Los microorganismos que viven en superficies dependen generalmente del lugar donde sean depositados los microorganismos, siendo el plástico el lugar que las bacterias se adecuan con mayor facilidad (Pyrek, 2002).

Se han tomado varios métodos que pueden ayudar a controlar este fenómeno que lleva tantos riesgos para los pacientes y los trabajadores de la salud, entre ellos se mencionan una desinfección apropiada, la lavandería apropiada, el mantenimiento y limpieza de equipo y que sean éstos de un material fácil de utilizar, además de la comunicación y colaboración del personal (Hota, 2004).

4. Contaminación, desinfección y colonización en las superficies reservorio

La seguridad del paciente está definida por la ausencia de accidentes o heridas prevenibles durante el proceso del cuidado de la salud que incluye todas las acciones elementos estructurales y herramientas científicas, para minimizar los riesgos de un evento adverso y los daños (Weinstin, 2004).

Estudios previos en previo realizado en la Unidad de Cuidados Intensivos a por Fernández-Crehuet, Díaz, De Irala, Martínez, Salcedo y Masa (1997), se determinó que los factores que predisponían al paciente a padecer infecciones nosocomiales ya los presentaba el paciente al

ingreso, en la actualidad la importancia adquirida por los factores de riesgo extrínsecos podría interpretarse por empeoramiento del cumplimiento de las prácticas preventivas como la limpieza y desinfección del medio que rodea al paciente. Sin embargo, aunque han aumentado la frecuencia y duración de exposición, ha disminuido las cifras de infección; se concluyó que se debe mejorar en las medidas de control de las infecciones nosocomiales (Fernández, et al., 1997).

Aunque no aparece documentación referente al ambiente inanimado del hospital, tales como superficies y equipo médico el cual se puede contaminar con microorganismos nosocomiales; los patógenos más comunes que sobreviven en reservorios ambientales son: *Clostridium difficile*, *Enterococcus* vancomicina resistente y SARM (Weinstin, 2004).

Hay diversos estudios que presentan discrepancias en decidir si la presencia de las bacterias en superficies inanimadas es independiente de la presencia de infecciones nosocomiales o son fuente de colonización e infección de los pacientes. Las discrepancias se deben en diferencias debido al impacto de la contaminación, diferencias de medidas entre estudios o la variabilidad de limpieza en las instituciones (Urlich & Quan, 2004).

El control de superficies juega un rol principal para la salud de los trabajadores de salud logrando la disminución del riesgo. Como se mencionó con anterioridad, los estudios demuestran que hay correlación entre la contaminación microbiana con las superficies y un posible brote. Muchos de estos brotes han sido relacionados con *P. aeruginosa* y *K. pneumoniae* multirresistente y han sido conjunto con SARM vinculados la rápida diseminación ambiental (Hadaway, 2008).

IV. JUSTIFICACIÓN

La limpieza de las superficies se considera una medida de control de diseminación de microorganismos en el ambiente hospitalario (Andrade et al., 2011). En diversos estudios se ha determinado la presencia de bacterias causantes de infecciones nosocomiales; es el caso de *S. aureus* resistente a meticilina (SARM) aislado en el aire y proviene de áreas en la comunidad, el cual representa elevado riesgo de contraer una infección en pacientes con heridas abierta, siendo diseminados a través de pacientes, visitantes o trabajadores sanitarios; *P. aeruginosa*, que se encuentra en el agua, la cual es utilizada a nivel general de hospital,

causando infecciones del aparato digestivo; en el caso de *Klebsiella* sp conjuntamente con *E. coli*, causan el 80% de las infecciones urinarias que son ocasionadas por el uso de una sonda permanente (Jiménez, Garro, Rodríguez, & Zeledón, 2004) (OMS, 2003).

Las Unidades de Cuidados Intensivos albergan pacientes con mayor tiempo internados en el hospital y contacto con superficies del mismo lo que aumenta el riesgo a padecer infecciones nosocomiales (Lima, 2004); mientras en el servicio de Maternidad se tienen datos que demuestran que las muertes maternas ocurren generalmente en un plazo de 24 horas después de la resolución del embarazo, cuatro de cada diez mueren en un servicio hospitalario siendo una de las principales causas de muerte materna la infección puerperal (Ramos, 2014) y por último en el servicio de Pediatría los niños albergados son pacientes con sistema inmune poco desarrollado (Becker, 2001); siendo servicios que poseen pacientes con factores de riesgo a padecer una infección nosocomial.

La importancia de este estudio se basó en la susceptibilidad que presentan los pacientes albergados en los servicios de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos, debido a los factores de riesgo que se exponen individualmente. La alta cantidad de infecciones nosocomiales que se presentan anualmente en los hospitales orientó la necesidad de medir la carga microbiana de las áreas mencionadas, lo cual podría ayudar a evaluar que los procedimientos de limpieza actuales sean eficientes para controlar las infecciones en el Hospital General San Juan De Dios. Así, mismo es importante continuar con este tipo de estudios para establecer una vigilancia que evite y/o disminuya el número de infecciones nosocomiales asociadas a las superficies.

Con la determinación de la presencia de *P. aeruginosa*, *Klebsiella* sp, *E. coli* y SARM en superficies inanimadas de las áreas de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos en Hospital General San Juan de Dios, como posibles focos de contaminación tanto para el personal hospitalario como para los pacientes; se podría aplicar una nueva metodología de limpieza y desinfección en dichos puntos que ayude a disminuir las infecciones nosocomiales.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Determinar la presencia de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* sp o *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina en superficies inanimadas de las áreas de Maternidad, Pediatría y Unidad De Cuidados Intensivos en Hospital General San Juan de Dios.

B. Objetivos específicos

1. Determinar las posibles fuentes de contaminación nosocomiales en los servicios de Maternidad, Pediatría y Unidades de Cuidados Intensivos.
2. Determinar la frecuencia de los microorganismos presentes en áreas de Maternidad, Pediatría y Unidad de cuidados intensivos
3. Determinar patrones de susceptibilidad y multirresistencia a β -láctamicos en cepas de *S. aureus* de las áreas implicadas.
4. Identificar el área con más contaminación.

VI. HIPÓTESIS

Esta investigación no posee hipótesis por ser un estudio de tipo descriptivo.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo de trabajo

Universo de trabajo: Área de Maternidad, Pediatría y Unidades de Cuidados Intensivos Hospital General San Juan de Dios.

1. Muestra

La muestra estará constituida por 105 superficies que incluye barrotes de camas, manivelas y chorros de agua en servicios sanitarios de pacientes de las áreas Maternidad, Pediatría y Unidades de Cuidados Intensivos Hospital General San Juan de Dios (ver anexo 11).

B. Recursos

1. Recursos humanos

- a. Bachiller Sara Noemí García Morales
- b. Bachiller Silvia María Gómez Carranza
- c. Lic. Martín Gil. Asesor
- d. Lic. Manuel Díaz. Asesor
- e. Lic. Eliseo Albanés Revisor

2. Recursos institucionales

- a. Área de Microbiología laboratorio clínico de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Universidad de San Carlos de Guatemala.
- b. Área de Maternidad del Hospital General San Juan de Dios.
- c. Unidad de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios.
- d. Unidades de Cuidados Intensivos del Hospital General San Juan de Dios.

3. Equipo

- Microscopio
- Campana de flujo laminar
- Mechero
- Incubadora
- Refrigeradora

4. Materiales

- Discos impregnados de Cefoxitin (30µg)
- Hisopos estériles
- Cajas de Petri estériles
- Tubos de vidrio con rosca.
- Asas de nicromo: punta, argolla.
- Pinzas

5. Reactivos

- Agar McConkey
- Caldo Letheen
- Agar Müller Hinton
- Agar Cetrimida
- Agar Manitol sal
- Agar Baird Parker
- Triple azúcar hierro agar (TSI)
- Lisina, ornitina agar (LIA)
- Movilidad, indol sulfuro agar (SIM)
- Citrato agar
- Urea agar
- Reactivo de urea
- Plasma fresco de conejo
- Peróxido de hidrógeno

- Reactivo de Kovacs
- Pruebas de Oxidasa
- Algodón
- Alcohol

6. Papelería y útiles de escritorio

- Hojas
- Computadoras
- Folder
- Bolígrafos

C. Metodología

1. Criterios de inclusión

- Superficies inanimadas dentro de las unidades de Maternidad, Pediatría y Unidad De Cuidados Intensivos.
- Que las superficies sean barrotes de camas, manivelas y chorros de agua en servicios sanitarios de pacientes.

2. Criterios de exclusión

- Que no sean superficies
- Superficies fuera de las unidades de Maternidad, Pediatría y Unidad De Cuidados Intensivos.
- Que las superficies no sean barrotes de camas, manivelas y chorros de agua en servicios sanitarios de pacientes.
- Que las superficies no hayan sido higienizadas previamente.

3. Toma de muestra

En la toma de muestra se realizaron los procedimientos iniciales para identificación de bacterias, que serán descritos a continuación, así se pudo llevar a cabo posteriormente el procedimiento específico de enriquecimiento para recuperar *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella* sp o *S. aureus* que se podían encontrar en las superficies muestreadas; así como la clasificación de la resistencia a metilina de las cepas de *S. aureus* (Jiménez et al., 2004).

Se muestrearon las áreas después de haber sido limpiadas por el personal.

Se tomó la muestra de superficies inanimadas de las áreas de Maternidad, Pediatría y Unidades de Cuidados Intensivos Hospital General San Juan de Dios las cuales fueron: barrotes de camas, manivelas y lavamanos en servicios sanitarios de pacientes; de la siguiente manera:

- Se utiliza un hisopo estéril.
- Se humedece el hisopo en caldo Lethen estéril (ver anexo 12).
- Se identifica el tubo con fuente y fecha.
- Se recolecta cada muestra en una superficie, en un área de un cuadrado de 15 centímetros por cada lado (ver anexo 13) (Jiménez et al., 2004).
- El medio de cultivo, caldo Lethen, con el hisopo introducido se incuba por un periodo de 24 horas a 35-37°C (Jiménez et al., 2004).

a. Procesamiento de las muestras

- Posterior a la incubación, Identificación de las bacterias
- Se siembra una asada del caldo en agar MacConkey.
- Se inocula cada muestra en agar cetrinida para aislar *P. aeruginosa* (ver anexo 14) (Jiménez et al., 2004).
- Se incuba el agar sangre a 36°C durante 24 horas en microaerofilia.
- Se incuba el agar chocolate y Mac Conkey a 36°C durante 24 horas.
- De encontrar colonias sospechosas para *E. coli* y *Klebsiella* sp. en estos medios se realizará una batería; utilizando medios TSI, LIA, MIO, Urea y Citrato; que permita

identificar a *E. coli* y *Klebsiella* sp (ver anexo 15). en los cultivos (Jiménez, et al., 2004).

- Se realiza la prueba de catalasa.
- Para la identificación de *S. aureus* (ver anexo 16) se inocula cada muestra en Agar manitol sal y plasma para la prueba de coagulasa. A las colonias sospechosas se les realiza la prueba de catalasa y después se un antibiograma para determinar la presencia de gel mecA para *S. aureus* meticilino resistente.
- Se leen los resultados e identifican las bacterias.

b. Procedimiento para efectuar la susceptibilidad antibiótica a meticilina (ver anexo 17)

- Se toma una asada de la colonia deseada y se inoculará en caldo Tripticasa soya.
- Se lleva hasta el Estándar 0.05 de Mac Farland.
- Se humedece un hisopo estéril en el caldo, y luego se exprimirá.
- Se siembra con el hisopo en Agar Muller Hilton con estriaciones en tres direcciones distintas.
- Se colocan los discos de cefoxitin (FOX) para determinar si existe resistencia a meticilina (Jiménez, et al., 2004).
- Se incuba a 36°C durante 24 horas.
- Se leen los halos de inhibición con una regla (ver anexo 18).
- Se anotan los resultados.

D. Diseño de investigación

Tipo de estudio descriptivo, por conveniencia

E. Muestreo

No Probabilístico. Los cálculos para los tamaños de muestra se llevaron a cabo utilizando el módulo de muestreo EPI DAT 3.1, con los siguientes parámetros:

1. Porcentaje esperado de positividad: 50%
2. Precisión: 10%
3. En cada caso se consideró que se tenían poblaciones diferentes, así el tamaño finito utilizado fue:

- a. camas: 332
- b. Lavamanos: 46
- c. Manivelas: 16 (1 por servicio)

1. Análisis de los resultados

Representación de los datos con porcentajes, gráficas y los patrones de resistencia utilizando la herramienta informática WHONET, como se detalla a continuación:

a. Población

Cuadro 1. Tamaño de la población por servicio en el Hospital General San Juan de Dios

Hospital General San Juan de Dios				
<u>Servicios</u>	<u>Camas</u>	<u>Lavamanos</u>	<u>Manivelas</u>	<u>Total</u>
<u>Pediatría</u>				
Nutrición y gastroenterología	24	6	1	31
Trauma y ortopedia	22	4	1	27
Cuna	32	5	1	38
Medicina de niños	32	5	1	38
Hematoncología	22	1	1	24
Espina Bífida	25	1	1	27
Cirugía pediátrica	30	2	1	33
Quemados	25	1	1	27
Subtotal	212	25	8	
<u>Maternidad</u>				
Labor y Partos	7	1	1	9
Séptico	22	5	1	28
Complicaciones	34	2	1	37
subtotal	63	8	3	
<u>Unidad de Cuidados Intensivos</u>				
Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA)	6	3	1	10
Intensivos Intermedios	5	3	1	9
Intensivos Neurológicos	6	2	1	9
Cuidados Coronarios	6	3	1	10
Unidad de Cuidados Pediátricos (UCIP)	34	2	1	37
subtotal	57	13	5	
Total	332	46	16	

Fuente: datos obtenidos del módulo de muestreo EPI DAT 3.1

b. Muestra

Cuadro 2. Tamaño de muestra por servicio en el Hospital General San Juan de Dios

Hospital General San Juan de Dios			
<u>Servicios</u>	<u>Camas</u>	<u>Lavamanos</u>	<u>Manivelas</u>
<u>Pediatría</u>			
Nutrición y gastroenterología	4	4	1
Trauma y ortopedia	4	3	1
Cuna	5	3	1
Medicina de niños	5	3	1
hematoncología	4	1	1
Espina Bífida	4	1	1
Cirugía pediátrica	5	1	1
Quemados	5	1	1
Subtotal	36	17	8
<u>Maternidad</u>			
Labor y Partos	1	1	1
Séptico	4	3	1
Complicaciones	6	2	1
Subtotal	11	6	3
<u>Unidad de Cuidados Intensivos</u>			
Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA)	2	2	1
Intensivos Intermedios	1	2	1
Intensivos Neurológicos	1	1	1
Cuidados Coronarios	1	2	1
Unidad de Cuidados Pediátricos (UCIP)	6	1	1
Subtotal	10	9	5
Total	58	32	16
TOTAL, DE MUESTRAS		105	

Fuente: datos obtenidos del módulo de muestreo EPI DAT 3.1

VIII. RESULTADOS

Del Hospital General San Juan de Dios fueron seleccionadas 3 áreas para evidenciar la presencia de *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella* sp. y *S. aureus* resistente a meticilina, utilizando un muestreo de superficies. Se tomó un total de 105 muestras, de las cuales, se obtuvo un 76.19 % de aislamientos positivos para el área de Pediatría en comparación a Maternidad y Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con un porcentaje menor de 12.38% y 10.48% respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Presencia de microorganismos aislados en las Unidades de Maternidad, Pediatría y Cuidados Intensivos, del Hospital General San Juan de Dios (N=105)¹.

Microorganismo	Unidad hospitalaria		
	Maternidad (n= 20) ²	Pediatría(n=61)	UCI (n=24)
<i>E. coli</i>	0 (0.00) ^a	2 (1.90)	0 (0.00)
<i>P. aeruginosa</i>	2 (1.90)	9 (8.57)	7 (6.67)
<i>Klebsiella</i> sp.	4 (3.81)	8 (7.62)	0 (0.00)
<i>S. aureus</i> ^b	7 (6.67)	51 (48.57)	4 (3.81)
SARM	0 (0.00)	10 (9.52)	0 (0.00)
Total	13 (12.38)	80 (76.19)	11 (10.48)

1. N=Número total de superficies muestreadas 2. Número de superficies muestreadas en cada servicio UCI= Unidad de Cuidados Intensivo SARM=*S. aureus* resistente a meticilina

a. Frecuencia: (Porcentaje)

b. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales.

En el área de Maternidad se obtuvo un 35% de aislamientos positivos para el servicio de Séptico y un 30% en complicaciones. El microorganismo predominante en ambos servicios fue *S. aureus* con un 15% y 20% respectivamente (Tabla 2). No se encontró resistencia a meticilina y ningún microorganismo fue aislado en la sala de Labor y Partos.

Tabla 2. Presencia de microorganismos aislados de los servicios del área de Maternidad, del Hospital General San Juan de Dios (n=20)¹

Microorganismo	Servicios de Maternidad	
	Séptico ^a	Complicaciones ^a
<i>E. coli</i>	0 (0.00)	0 (0.00)
<i>P. aeruginosa</i>	2 (10.00)	0 (0.00)
<i>Klebsiella</i> sp.	2 (10.00)	2 (10.00)
<i>S. aureus</i> ^b	3 (15.00)	4 (20.00)
SARM	0 (0.00)	0 (0.00)
Total	7 (35.00)	6 (30.00)

1. n= número de superficies muestreadas en cada servicio del área de maternidad SARM=*S. aureus* resistente a metilicina

a. Frecuencia: (porcentaje)

b. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales.

El área de pediatría se divide en 8 áreas de las cuales 3 son áreas críticas, el servicio con mayor número de aislamientos positivos fue la Unidad de Espina Bífida con un 8.20%. De los aislamientos positivos el 39.34% correspondieron a *S. aureus*, seguidos de un 16.39% resistentes a metilicina. Así mismo se aisló *P. aeruginosa* (14.75 %) y *Klebsiella* sp. (13.11%) y no se aisló *E. coli* (Tabla 3).

Tabla 3 Presencia de microorganismos aislados en los servicios del área de Pediatría, del Hospital General San Juan de Dios (n=61)¹

Servicio	Microorganismo				
	<i>E. coli</i> ^a	<i>P. aeruginosa</i> ^a	<i>Klebsiella</i> sp. ^a	<i>S. aureus</i> ^{ab}	SARM
Nutrición y gastroenterología	0 (0.00)	4 (6.56)	2 (3.28)	1 (1.64)	4 (6.56)
Trauma y ortopedia	1 (1.64)	1 (1.64)	0 (0.00)	4 (6.56)	0 (0.00)
Cuna	0 (0.00)	1 (1.64)	1 (1.64)	3 (4.92)	2 (3.28)
Medicina de niños	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (4.92)	4 (6.56)	0 (0.00)
Hemato-oncología	0 (0.00)	1 (1.64)	1 (1.64)	4 (6.56)	0 (0.00)
Espina Bífida	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.64)	5 (8.20)	0 (0.00)
Cirugía pediátrica	1 (1.64)	2 (3.28)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (4.92)
Quemados	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (4.92)	1 (1.64)
Total	2 (3.28)	9 (14.75)	8 (13.11)	24 (39.34)	10 (16.39)

1. n= número de superficies muestreadas en cada servicio del área de maternidad SARM=*S. aureus* resistente a metilicina

a. Frecuencia: (porcentaje)

b. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales.

De los aislamientos positivos que se obtuvieron en la Unidad de Cuidados Intensivos, el 29.17% fue de *P. aeruginosa*, 16.67% de *S. aureus* y ningún aislamiento de *E. coli* y *Klebsiella* sp. No se presentó una resistencia a *S. aureus* para este servicio (Tabla 4).

Tabla 4. Presencia de microorganismos aislados de los servicios de la Unidad de Cuidados Intensivos, del Hospital General San Juan de Dios (n=24)¹

Servicio	Presencia de microorganismos	
	<i>P. aeruginosa</i> ^a	<i>S. aureus</i> ^{ab}
UCIP ²	1 (4.17)	2 (8.33)
UCIA ³	2 (8.33)	0 (0.00)
UCII ⁴	2 (8.33)	1 (4.17)
CIN ⁵	1 (4.17)	0 (0.00)
CC ⁶	1 (4.17)	1 (4.17)
Total	7 (29.17)	4 (16.67)

1. n= número de superficies muestreadas en cada servicio del área de maternidad 2. Unidad de cuidados intensivos de Pediatría 3. Unidad de cuidados intensivos de adultos 4. Unidad de cuidados intensivos intermedios 5. Cuidados intensivos neurológicos 6. Cuidados coronarios SARM=*S. aureus* resistente a meticilina

a. Frecuencia: (porcentaje)

b. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales.

Las superficies que se tomaron en cuenta fueron barrotes de camas, los grifos de los lavamanos y las manivelas de los diferentes servicios, ya que son los sitios con los que los pacientes y el personal de salud tienen más contacto. En el área de maternidad se encontró presencia de *S.aureus*, *P. aeruginosa* y *K. pneumoniae* a excepción de *E. coli*. *P.aeruginosa* solamente se aisló de los grifos de los lavamanos (Tabla 5).

Tabla 5. Microorganismos aislados de superficies en el área de Maternidad, del Hospital General San Juan de Dios (n=20)¹

Sitio de muestreo	Área hospitalaria	
	Séptico	Complicaciones
Camas	<i>K. pneumoniae</i> <i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> ^a
Lavamanos	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Manivelas	- ²	<i>K. pneumoniae</i> <i>S. aureus</i>

1. n= Total de superficies muestreadas en el área de maternidad 2. No se aislaron microorganismos

a. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales

El área de Pediatría tuvo una mayor cantidad de aislamientos positivos, donde los grifos de lavamanos y barrotes de cama tuvieron mayor presencia de *S. aureus*, *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*, muy pocos aislamientos se obtuvieron de las manivelas, sin embargo, hubo hallazgos de cepas SARM en las mismas (Tabla 6).

Tabla 6. Microorganismos aislados de superficies en el área de Pediatría, del Hospital General San Juan de Dios (n=61)¹

Servicio	Presencia de Microorganismos		
	Camas	Lavamanos	Manivelas
Nutrición y gastroenterología	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> ^a
			<i>K. pneumoniae</i> <i>P. aeruginosa</i> SARM
Trauma y ortopedia	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> <i>P. aeruginosa</i> <i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Cuna	<i>S. aureus</i> <i>K. pneumoniae</i> SARM	<i>S. aureus</i> <i>P. aeruginosa</i>	SARM
	<i>S. aureus</i> <i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	-
Medicina de niños	<i>S. aureus</i> <i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	-
Hematoncología	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i>	-
		<i>P. aeruginosa</i> <i>K. pneumoniae</i>	-
Espina Bífida	<i>S. aureus</i> SARM	<i>S. aureus</i>	SARM
Cirugía pediátrica	- ²	<i>S. aureus</i>	-
		<i>P. aeruginosa</i> <i>E. coli</i>	-
Quemados	<i>S. aureus</i>	-	-
	SARM	-	-

1. n= Total de superficies muestreadas en el área de Pediatría 2. No se aislaron microorganismos SARM=*S. aureus* resistente a meticilina

a. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales.

En la Unidad de Cuidados Intensivos los microorganismos presentes fueron *S. aureus* y *P. aeruginosa*, siendo la Unidad de Cuidados Intermedios la que presentó dichos microorganismos en todos los sitios de muestreo. No se aisló *Klebsiella* sp. y *E. coli* (Tabla 7).

Tabla 7. Microorganismos aislados de superficies en la Unidad de Cuidados Intensivos, del Hospital General San Juan de Dios (n=24)¹

Servicio	Presencia de Microorganismos		
	Camas	Lavamanos	manivelas
UCIP ³	<i>S. aureus</i> ^a <i>P. aeruginosa</i>	-	-
UCIA ⁴	- ²	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
UCII ⁵	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
CIN ⁶		<i>P. aeruginosa</i>	
CC ⁷	-	<i>S. aureus</i> <i>P. aeruginosa</i>	-

1. n= Total de superficies muestreadas en el área de maternidad 2. No se aislaron microorganismos 3 Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, 4 Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos, 5 Unidad de Cuidados Intensivos Intermedios, 6 Cuidados Intensivos Neurológicos, 7 Cuidados Coronarios

a. *S. aureus* sensible a oxacilina

Fuente: Datos experimentales.

Para monitorear la resistencia antimicrobiana de *S. aureus*, se utilizó un método convencional de antibiograma, de las cepas aisladas en las superficies de todos los servicios. Se obtuvo un 9.52 % de resistencia y un 31.43 % de sensibilidad para cepas de *S. aureus* a oxacilina y a todos los antibióticos β-láctámicos según criterios de la CLSI (2015), donde solo el área de Pediatría presentó dicho patrón de sensibilidad (Tabla 8).

Tabla 8. Perfil de resistencia de Cepas SARM aisladas en el área de Maternidad, Pediatría y Unidad de Cuidados Intensivos, del Hospital General San Juan de Dios (N=105)¹

Área de toma de muestra	Sensibilidad ^a	Resistencia ^a
Maternidad	7 (6.67)	0 (0.00)
Pediatría	22 (20.95)	10 (9.52)
UCI	4 (3.81)	0 (0.00)
Total	33 (31.43)	10 (9.52)

1. N=Número total de superficies muestreadas 2. Número de superficies muestreadas en cada servicio UCI= Unidad de Cuidados Intensivo.

a. Frecuencia: (Porcentaje)

Fuente: Datos experimentales.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las tres áreas muestreadas en el Hospital General San Juan de Dios evidenciaron que el área de Pediatría es la que tuvo más aislamientos positivos (76.19%) debido a que es el área que posee mayor cantidad de servicios y por lo tanto mayor cantidad de superficies. En comparación con Pediatría, UCI fue el área con menor porcentaje (10.48%), esta área se encuentra clasificada como zonas de alto riesgo por lo cual la limpieza y desinfección es regular y no hay circulación de personas ajenas al servicio más que el personal de enfermería y médicos encargados del área (Tabla 1). Además, las visitas a pacientes son restringidas, tanto en tiempo como en cantidad de personas permitidas en el servicio.

El área de Maternidad se encuentra dividida en varios servicios según el proceso del parto. Ramos (2014) expone que una de las principales causas de muerte materna es la infección puerperal, que se desarrolla después del parto. Estas infecciones son tratadas en el servicio de Séptico y las madres pueden tener una estancia hasta de dos meses según su clínica. Hubo un hallazgo del 35% de aislamientos positivos siendo éstos *S. aureus* en mayor porcentaje, *P. aeruginosa* y *Klebsiella* sp. en una misma proporción (Tabla 2). Por lo tanto, la estadía prolongada dentro del hospital sumado al estado patológico de las pacientes aumenta el riesgo de adquirir infecciones nosocomiales provocadas por la contaminación en las superficies próximas a las pacientes.

El servicio de Complicaciones presenta un alto porcentaje (30%) ya que las madres son hospitalizadas y manipuladas por varios equipos y personal médico, presentando un alto riesgo de una progresión del cuadro clínico y así convertirse en un foco de infección, lo que concuerda con reportes de la OSAR, donde el 14% de la causa de mortalidad materna son las infecciones y el 29% de las muertes ocurrieron en establecimientos de salud (OSAR, 2003). Otro factor que se debe tomar en cuenta es que, en este servicio, llegan madres que tuvieron procedimientos con una duración entre 40 y 90 minutos donde se ejecutan operaciones técnicamente defectuosas, con inadecuada hemostasia, cierres incompletos, espacios muertos, lo cual, considerando el tiempo, es prolongado, constituyendo un riesgo para la infección. También, se encontró un 81.81% de aislamientos positivos para grampositivos (Estrada, 2014), al igual que en este estudio donde se aisló un 20% de *S. aureus*. Mientras

Labor y Partos no presentó ningún aislamiento (Tabla 2) posiblemente por el hecho de que las madres solo pasan 24 horas dentro de dicho servicio, además, el servicio solo posee 7 camas sin barrotes y ya que se realiza limpieza recurrentemente, éste resulta en una limpieza más rápida y efectiva, manteniéndose bajo condiciones adecuadas (HGSJDD, 2018).

De las áreas incluidas en este estudio, Pediatría presenta el mayor número de aislamientos positivos (76.19%), por lo tanto, es el área más contaminada, esto supone un riesgo para los niños de adquirir infecciones por los distintos factores asociados tales como la edad, su estado nutricional e inmunológico y la enfermedad de base (Navarretes y Armengol, 1999). Esta área tiene más personal ya que se subdivide en 8 áreas y se toma UCIP como otro servicio, lo que indica una mayor recurrencia de personal, lo que podría servir como transferencia de microorganismos a niños susceptibles (Sales *et al.*, 2014)

En Pediatría hubo predominio de *S. aureus* (48.57%) (Tabla 3) que puede causar infecciones relacionadas con piel, tejidos blandos, en personas con una enfermedad de base u oportunismo. Así mismo, indicadores como SARM sugieren contaminación y se relacionan a un potencial riesgo de infección, del cual 9.52% fue aislado en este servicio (Tabla 3). Generalmente *S. aureus* se encuentra en la piel sin causar infecciones, sin embargo, en pacientes con un sistema inmune deficiente sumado a su condición patológica las cepas encuentran un medio ideal para su proliferación. Con respecto a las cepas SARM Camarena y Sánchez (2008), indican que se introducen en el medio hospitalario a través de pacientes, visitantes o trabajadores sanitarios; tomando como principal reservorio los pacientes ingresados extendiéndose a otros pacientes principalmente por medio de las manos del personal sanitario (infección cruzada). La alta manipulación es de esperarse debido a que los niños requieren atención, por lo tanto manipulación, en todas las actividades que realizan a diario; tales como; alimentación, uso del sanitario, ducha, cepillado de dientes, entre otros.

En el área mencionada se encuentran tres servicios que son críticos: Hemato-oncología, la Unidad de Espina Bífida y Quemados, los cuales se encuentran dentro de zonas de riesgo por lo que la limpieza es recurrente, hay poco personal dentro del área, sin embargo, la unidad de Espina Bífida fue el servicio con 8.20% de aislamientos positivos para *S. aureus* (Tabla 3), lo que se debe a la frecuente manipulación de equipo, lo que sugiere el riesgo por contacto

debido a la inmadurez del sistema inmune de los niños y terapias inmunosupresoras administradas.

En este estudio, principalmente en Pediatría, se encontraron cepas SARM (Ver Anexo 18), en servicios de Nutrición y Gastroenterología (6.5%), Cuna (3.2%), Cirugía Pediátrica (4.9%) y Quemados (16%). Estos resultados concuerdan con Camarena y Sánchez (2008), donde indican que el principal reservorio de esta cepa es introducida en el medio hospitalario a través de pacientes, visitantes o trabajadores sanitarios, es decir, que tienen un origen comunitario. Dichas áreas poseen un flujo de personas recurrente en el cual las madres y personal de salud son parte del mismo. Al igual que el metaanálisis realizado por Frank, Kaier & Mutters (2012) la presencia de *S. aureus* representó un porcentaje alto relacionado a la tasa de camas ocupadas. Solo un 9.52% de resistencia se obtuvo de cepas *S. aureus*, donde la fuente principal fueron las manos del personal. El aumento de hallazgos se debe a la alta permanencia de personal externo, al cuidado de los pacientes internados, ya que al ser niños necesitan cuidado de los padres permanentemente añadido al cuidado hospitalario que se les brinda.

Otras bacterias que se encontraron fueron *P. aeruginosa*, *Klebsiella* sp. y con muy pocos aislamientos *E. coli*, este último se encontró en los servicios de Trauma y Ortopedia y Cirugía Pediátrica (Tabla 3). En estudios anteriores se reportaron los bacilos Gram negativos como los microorganismos mas frecuentes encontrados como fuentes de causantes de infecciones nosocomiales con 53.6%, siendo la mas frecuente *E. coli* 20.7% (Lima 2004), sin embargo, en este estudio solo un 3.28 % de *E. coli*, fue encontrado en el área de Pediatría. Ríos (2013), asume que las bacterias como *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, han sido encontradas en hospitales, por lo que el NNIS refiere que no ha cambiado desde la última década, y siguen presentes en sitios donde la limpieza es más rigurosa es posible que también, se encuentre en superficies inanimadas del área de pediatría ya que el nivel es menos exigente, lo que concuerda ya que estas bacterias son las mismas que se aislaron en este estudio (Tabla 3).

El microorganismo que se encontró con mayor frecuencia en UCI fue *P. aeruginosa* (29.17%) (Tabla 4) que coincide con estudios previamente realizados, donde el mayor número de aislamientos de UCI son *P. aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii* (Cuellar,

2003). El riesgo del hallazgo de *P. aeruginosa* en un paciente, es que este adquiera una infección por dicho microorganismo debido a sus factores de virulencia, los que implican la producción de biofilms, donde la actividad de los antibióticos se ve limitada, además genera uso de antibióticos cada vez más potentes que eventualmente lleva a generar resistencia a los antibióticos. Además, se evidenció la presencia de *S. aureus* en un 16.67 % (Tabla 4) que al presentarse en un área con estadías prolongadas y pacientes con sistema inmune deficiente presenta riesgo de infecciones nosocomiales por contaminación cruzada. En un estudio de cohortes, se demostró que había relación con la estancia hospitalaria mayor a una semana con un OR de 7.5 como factor de riesgo en las personas de padecer una infección. Además, se relacionó con catéter venoso y catéter uranio (Corrales *et al.*, 2011).

Las superficies que se tomaron como muestra fueron barrotes de camas, grifos de lavamanos y manivelas (ver Anexo 11), ya que son las superficies que tienen un mayor contacto y proximidad con el paciente además pueden contribuir a la adquisición de una infección por un microorganismo epidemiológicamente importante. Las superficies tienen riesgo mínimo de transmisión directa de infección, pero pueden contribuir a la contaminación cruzada secundaria, por medio de las manos de los profesionales de la salud y de los instrumentos o productos que podrían ser contaminados o entrar en contacto con esas superficies y posteriormente, contaminar a los pacientes u otras superficies (ANSI/AAMI, 2006). De los sitios muestreados en el área de Maternidad *P. aeruginosa* se encontró, en mayor proporción, en los lavamanos debido que su principal reservorio es el agua (Tabla 5).

Es importante mencionar que los aislamientos en el área de Pediatría *S. aureus* se encontró en altas proporciones en todas las superficies muestreadas, *E. coli* y *Klebsiella* sp en menores proporciones y predominan en camas y lavamanos (Tabla 6) lo que sugiere contaminación fecal ya sea al momento de cambio de pañales o lavado inadecuado de manos por falta de supervisión o conocimiento de los cuidadores, por lo que el lavado de manos es un pilar importante en el manejo de las infecciones nosocomiales. La única especie aislada del género *Klebsiella* fue *K. pneumoniae* que está asociada a infecciones intrahospitalarias principalmente relacionada manejo frecuente con los pacientes, además de una limpieza deficiente y poca higiene del personal de salud. Se encontró en camas, algunos lavamanos y una manivela (Tabla 6). El hallazgo de tantos microorganismos en el área de Pediatría sugiere

que a mayor cantidad de personas dentro de un área mayor será la proliferación bacteriana ya sea por ingreso de la comunidad o contaminación cruzada de pacientes a superficies.

En cuanto a los aislamientos del área de Cuidados Intensivos, *P. aeruginosa* fue aislada principalmente en los grifos de los lavamanos (Tabla 7), lo cual se debe a que esta bacteria puede asociarse a concentraciones altas en el agua. Sin embargo, los pacientes parecen raramente adquirir patógenos por esta fuente (Lima, 2004). La presencia de *S. aureus* es consistente con las demás áreas ya que como se ha mencionado es una bacteria ubicua y de permanencia constante en la piel. No se aisló *E.coli*, y *Klebsiella* sp. en UCI. Según Rutala (2004), las superficies limpias y desinfectadas consiguen reducir cerca de un 99% el número de microorganismos, en tanto las superficies que solo fueron limpiadas los reducen en un 80%; lo que coincide con el UCI donde el protocolo de limpieza incluye desinfección constante comparado con el área de Pediatría.

El aislamiento de *S. aureus* y *Klebsiella* sp. se puede asociar al efecto de las condiciones ambientales sobre la supervivencia bacteriana, en su mayoría se aisladas de lavamanos, ya que según Fuster (2006) la relación es alta entre la humedad en las superficies con respecto al tiempo que permanecen los microorganismos en esa condición, es decir, mientras más tiempo permanezcan expuestos los microorganismos a la humedad se evidencia más proliferación. Otros autores exponen que después de 5-6 horas en este ambiente las bacterias comienzan la producción de polisacáridos (formación de biofilm) por lo que es importante mantener un sistema de limpieza continuo que incluya secar las superficies constantemente para evitar la agregación de bacterias y formación de biofilms que propicie la contaminación de pacientes.

La falta de hallazgos *E.coli*, y *Klebsiella* sp en UCI (Tabla 7), indica mejora en el protocolo de limpieza tanto de las superficies como el lavado de manos del personal por lo que son fundamentales para la prevención y reducción de las infecciones relacionadas a la asistencia en salud Rutala (2004); ya que se observó disminución de aislamientos positivos con respecto a estudios como el de Lima (2004).

De las cepas de *S. aureus* aisladas se evidenció más cepas susceptibles a meticilina con respecto a las cepas resistentes (Tabla 8), por lo tanto es importante mantener los sistemas de limpieza y desinfección para evitar propagación de cepas y contener los posibles brotes. Cabe

mencionar que el área más afectada por cepas SARM fue Pediatría por lo que la implementación de sistema de lavado de manos y secado adecuado es importante tanto en capacitación como verificación del plan. El control de superficies juega un rol importante de los trabajadores de salud y por lo tanto para los pacientes logrando la disminución del riesgo. Muchos de los brotes han sido relacionados con *P. aeruginosa* y *K. pneumoniae* conjunto con SARM donde estos brotes muestran una correlación con la contaminación microbiana en superficies en estudios anterior (Hadaway, 2008). Cabe mencionar que en Guatemala, hay pocos estudios referentes a superficies, y los realizados dentro del laboratorios no son compartidos con el personal, por lo que se recomienda seguir investigaciones relacionados con higiene en ambientes hospitalarios para prevenir cualquier riesgo de infección nosocomial.

X. CONCLUSIONES

1. La principal fuente de contaminación son las manos del personal en las áreas de Maternidad, Pediatría y UCI del Hospital General San Juan de Dios.
2. Se determinó la presencia de *Staphylococcus aureus* (59.05%), *Pseudomonas aeruginosa* (17.14%), *Klebsiella* sp. (11.43%) y por último *Escherichia coli* (1.90%), en las áreas de Maternidad, Pediatría y UCI del hospital General San Juan de Dios.
3. La única especie de *Klebsiella* sp. que se aisló fue *Klebsiella pneumoniae* (11.43%).
4. El sitio de muestreo que tuvo más aislamientos positivos fueron los lavamanos.
5. Se obtuvo un 9.52% de resistencia a la meticilina de cepas de *Staphylococcus aureus*, únicamente en el área de Pediatría.
6. El área hospitalaria con más contaminación bacteriana fue Pediatría.

XI. RECOMENDACIONES

1. Evitar contaminación cruzada entre pacientes: los fomites, equipo y superficies en los alrededores al paciente deben ser sometidos a limpieza profunda y desinfectados, posterior al egreso de un paciente.
2. Evitar contaminación por las manos: haciendo el lavado de manos un programa continuo hacia los pacientes (en especial pediátricos), visitas y personal de salud.
3. Promover el uso de lavamanos con sensores para evitar el contacto con superficies húmedas que favorezcan la proliferación de bacterias.
4. Promover estudios que evalúen la eficiencia de los agentes desinfectantes usados dentro del Hospital General San Juan de Dios frente a las cepas encontradas dentro de sus diferentes servicios.
5. Hacer muestreos de las manos del personal de salud y pacientes para evaluar la fuente de transmisión y promover medidas que disminuyan posibles brotes.
6. Implementar métodos de biología molecular para evaluar las normas de higiene y bioseguridad en los servicios.
7. Establecer un Comité de Ética dentro de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia ya que se solicita su autorización para trabajar con muestras de pacientes; por lo tanto, es un proceso que se debe hacer en unidades facultativas externas para contar con la aprobación necesaria, lo cual supone un atraso en el inicio de la parte experimental de la investigación.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrolab. (2014). *Protocolo de muestreo microbiológico*. Recuperado de: <http://www.agrolab.com.mx/sitev001/assets/ai2-mc-05-en-uso.pdf>
- Alaabouche, I., Breton, N., Descamps, P., Guet-Revillet, H., le Monnier A. & Lecuyer, H. (2012). Environmental contamination with extended-spectrum β -lactamases: Is there any difference between *Escherichia coli* and *Klebsiella* spp? *American Journal Infection Control*, 40(1), 845–848.
- Andrade, M., Ferrareze, M., Ferreira, A. y Rigotti, M. (2011). Condiciones de limpieza de superficies próximas al paciente en una unidad de terapia intensiva. *Revista Latinoamericana Enfermagem*. 19(3), 1-8.
- Araya, C., Boza, R., Arguedas, L., Badilla, G. y García, F. (2007). Infecciones nosocomiales por bacterias productoras de β -lactamasas de espectro ampliado: prevalencia, factores de riesgo y análisis molecular. *Acta Médica Costarricense*, 49(2), 90-96.
- Arnold, R., Thom, K., Sharma, S., Phillips, M., Johnson, J. & Morgan, D. (2011). Emergence of *Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase (KPC)-Producing Bacteria. *South Medical Journal*, 104(1), 40-45.
- Arroyave, M., Rendón, L., Montoya L. y Gonzáles, G. (2011). *Infecciones asociadas al cuidado en la práctica clínica: prevención y control* (3ª ed). Bogotá, Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Basso, A. (2004). Limpieza, desinfección de artigos e áreas hospitalares e antisepsia. *Associação Paulista de Estude los e Control de Infecciones Hospitalar*, 2(1), 18-33.
- Begara, M. (2017). *Peculiaridades del sistema inmunitario de los niños*. Recuperado de: https://3idi.org/Esp/pro/publicaciones/newsletters/news_esp_1701.html
- Becker, A. (2001). Interpretación del hemograma. *Revista Chilena de Pediatría*, 72(5), 291-296.
- Camarena, J. y Sánchez R. (2008). Infección por *Staphylococcus aureus* Resistente a Meticilina. *Control de Calidad SEIMC*, 15(1), 1-5.

- Castañeda, L. y Ordoñez, J. (2014). La supervivencia de los gérmenes intrahospitalarios en superficies inanimadas. *Revista de enfermedades infecciosas en pediatría*, 27 (107), 394-396.
- Chacón, L. (2009). *Estudio para determinar la factibilidad de utilizar outsourcing, en el departamento de limpieza del Hospital San Juan de Dios*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2015). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Test; Approved Standard-Twelfth Edition. *Clinical and Laboratory Standards Institute*, 35(1), 1-80.
- Corrales, M., Velásquez, M., Limón, R., Miralles, J., Requena, J. y Aranaz, J. (2011). Factores que contribuyen a la infección relacionada con la asistencia sanitaria: cómo evitarlos. *Revista de calidad asistencial*, 26(6), 367-375.
- Cuellar, M. (2003). *Identificación y determinación de los patrones de susceptibilidad antibiótica de las bacterias no fermentadoras, aisladas de muestras clínicas de pacientes internos en el Hospital Regional de Occidente "San Juan de Dios", Quetzaltenango*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Díaz, L. García, L. y Guerra, S. (2010). *Limpieza y desinfección de superficies hospitalarias* (1ª ed.). Brasil, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria.
- Estrada, W. (2014). *Infecciones nosocomiales en el servicio de Gineco-Obstetricia del Hospital Regional de Escuintla*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Feng, P, Weagant, S., Grant, D. & Burkhardt, W. (2017). Bacteriological analytical manual. Recuperado de: <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>
- Fernández, R., Díaz, C., De Irala, J., Martínez, D., Salcedo, I. & Masa, J. (1997). Nosocomial infection in an intensive care unit: identification of risk factors. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 18(12), 825-830.

- Frank, U., Kaier, K. & Mutters, N. (2012). Bed occupancy rates and hospital-acquired infections—should beds be kept empty? *Clinical Microbiology and Infection*, 18(1), 941-945.
- Fuster, N. (2006). Importancia del control higiénico de las superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar las contaminaciones cruzadas. (Tesis de doctorado). Facultad de Veterinaria de Barcelona, España.
- Galván M. (2001). *Pseudomonas aeruginosa* as an indicator of health risk in water for human consumption. *Water Science and Technology. Serie de la OMS Emerging Issues in Water and Infectious, London*, 43(1), 49–52.
- Garrido, M. (2014). *Determinación de carbapenemasas en aislamientos de Escherichia coli y klebsiella sp. aisladas en el Hospital General San Juan de Dios*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Hadaway, L. (2008). Misuse of prefilled flush syringes: implications for medication errors and contamination. *Infection control resource*, 5(1), 1-8.
- Hospital General San Juan de Dios. (2018). *Hospital General San Juan de Dios*. Recuperado de: <http://hospitalsanjuandedios.mspas.gob.gt/index.php>
- Hota, B. (2004). Contamination, disinfection, and cross –colonization: are hospitals surfaces reservoirs for nosocomial infection? *Clinical infectious disease*: 39(4), 1182-1189.
- Jiménez, F., Garro, L., Rodríguez, E. y Zeledón, Z. (2004). Evaluación de la presencia de bacterias en alimentos y en el ambiente de una sección de oncología de un hospital nacional, San José, Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 54 (3), 1-6
- Kramer, A. Schwebke, I. & Kampf, G. (2006). How long do nosocomial pathogens persist in inanimate surfaces? A systematic review. *Biomed Central Infectious Diseases*. 6 (130), 1-8.
- Lima, L. (2004). *Determinación de posibles fuentes de infección nosocomial en unidades de cuidados intensivos pediátricos del Hospital General San Juan De Dios*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.

- Llanos, A., Díaz, C., Barranco, J., García, V. y Fernández, R. (2004). Factores que influyen sobre la aparición de infecciones hospitalarias en los pacientes de cuidados intensivos. *Gaceta Sanitaria*, 18(3), 190-196.
- López, L. (2014). Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales. *Enfermedades infecciosas y Microbiología Clínica*, 32(7), 459- 464.
- Ministerio de salud de Costa Rica. (2006). *Programa oficial de la especialidad de pediatría y sus áreas específicas*. Costa Rica.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social- MSPAS- y Programa Nacional de Salud Reproductiva (2009). *Plan estratégico para la reducción de la mortalidad materna Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social 2004 – 2008*. Guatemala.
- Ministerio de sanidad y política social. (2010). *Unidad de Cuidados Intensivos estándares y recomendaciones*. Madrid, España.
- Navarrete S. y Armengol G. (1999). Costos Secundarios por Infecciones Nosocomiales en Dos Unidades Pediátricas de Cuidados Intensivos. *Salud Publica de Mexico*, 41(1):551-558.
- Nataro, J. y Kaper, J. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(1), 142– 201.
- Organización Mundial de la Salud OMS. (2003). *Prevención de las infecciones nosocomiales*. Malta: Minimum graphics.
- OSAR (2003). Hoja informativa: La Mortalidad Materna en Guatemala. *Línea Basal de Mortalidad Materna para el año 2000*, 1(1). Guatemala.
- Pedrique, M. (2002). Determinación de la sensibilidad de las bacterias a los antibióticos (antibiograma). Recuperado de: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_Antibiograma.pdf
- Pyrek, K. (2002). Fomite's role in disease transmission is still up for debate. *CT infect control today*, 6 (1), 31-34.

- Queenan, A. & Bush, K. (Julio de 2007). Carbapenemases: the Versatile β -Lactamases. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(3), 440-458
- Ramos, B. (2014). *Factores asociados a mortalidad materna realizado en los municipios de Cobán, San Cristóbal y Santa Cruz del departamento de Alta Verapaz*. (Tesis de pregrado), Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Ríos, G. (2003). *Posibles fuentes de infecciones nosocomiales y microorganismos implicados en salas de operaciones del Hospital General San Juan De Dios*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Ríos, S. (2013). *Posibles fuentes de infecciones nosocomiales y microorganismos implicados en salas de operaciones del Hospital General San Juan de Dios*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Rivera, M., Rodríguez, C. y Huayán, G. (2009). Frecuencia de aislamientos ambientales de *Staphylococcus aureus* y su actividad beta-lactamasa en un hospital de Cajamarca, Perú. *Infectio*, 3 (13), 192-195.
- Rosales, M. (2005). *Determinación del patrón de susceptibilidad de Pseudomonas aeruginosa y Acinetobacter sp. aisladas en muestras de las salas del Hospital General San Juan De Dios*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Rutala, W. & Werber, D. (2004). The benefits of surface disinfection. *American Journal Infection Control*, 1(32), 226-231.
- Sales, V., Oliveira, E., Célia, R., Ramos, F. & Carvallho, C. (2014). Microbiological analysis of inanimated surfaces in an intensive care unit and patient safety. *Revista de enfermagem referencia*, 4 (3), 45-52.
- Salas, D. (2007). *Evaluación de metodologías de control higiénico de superficies alimentarias y adaptación de la PCR en tiempo real como método de control de patógenos*. (Tesis de doctorado). Barcelona, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

- Stürenburg, E. & Mack, D. (2003). Extended-spectrum Beta-Lactamases: implications for the clinical microbiology laboratory, therapy, and infection control. *The Journal of Infection*, 47(4), 273-295.
- University of Queensland. (2008, June 28). Overcrowding And Understaffing In Hospitals Increases Levels Of MRSA Infections. *ScienceDaily*. Retrieved April 12, 2018 from www.sciencedaily.com/releases/2008/06/080624110925.htm
- Urbina, H. (2001). Infección Nosocomial. *Archivos venezolanos de puericultura y pediatría*, 64 (3), 1-7.
- Ulrich, R. & Quan, X. (2004). The Role of The Physical Environment in The Hospital of the 21st Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity. Center for Health Systems and Designs, *College of Architecture, Texas A&M University*, 1(1), 1-69.
- Velásquez, T. (2016). Detección de los genes de carbapenemasas blaKPC y blaNDM en aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* del Hospital General San Juan de Dios de la ciudad de Guatemala. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Weinstin, R. (2004). Contamination, disinfection and cross-colonization: Are hospital surfaces reservoir for nosocomial infections? *Clinical Infectious diseases*, 1(39), 1182-1189.

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Componentes del sistema inmunitario innato y adaptativo en la infancia

Componentes del sistema inmunitario innato	Características en la infancia
Barreras epiteliales	Existe una inmadurez tanto física como bioquímica: <ul style="list-style-type: none">• A nivel de los ácidos grasos de la piel, del moco (lisozima disminuida) y de la motilidad ciliar (disminuida también).• Disminución del ácido clorhídrico y de las secreciones pancreáticas (menor capacidad germicida en el intestino).• Inmadurez de la microbiota, fundamental en la maduración del sistema inmune.
Sistema del complemento	Sus niveles se encuentran reducidos al 50% en recién nacidos respecto a los valores del adulto, alcanzando dichos valores hacia el año de vida.
Neutrófilos	<ul style="list-style-type: none">• La reserva de neutrófilos es baja, lo que provoca generalmente que neonatos y lactantes respondan a las infecciones con neutropenia.• Las formas inmaduras están aumentadas.• La fagocitosis está también disminuida, por una menor cantidad de opsoninas (complemento, anticuerpos...).• Baja quimiotaxis hasta los 3 años (también en monocitos).
Células Natural Killer	Su función es un 15-60% menor respecto al adulto y no expresan el marcador CD57. Solo el 50% expresan el CD56.
Defensinas	<ul style="list-style-type: none">• También se encuentran disminuidas en los niños.

Fuente: Begara, 2017

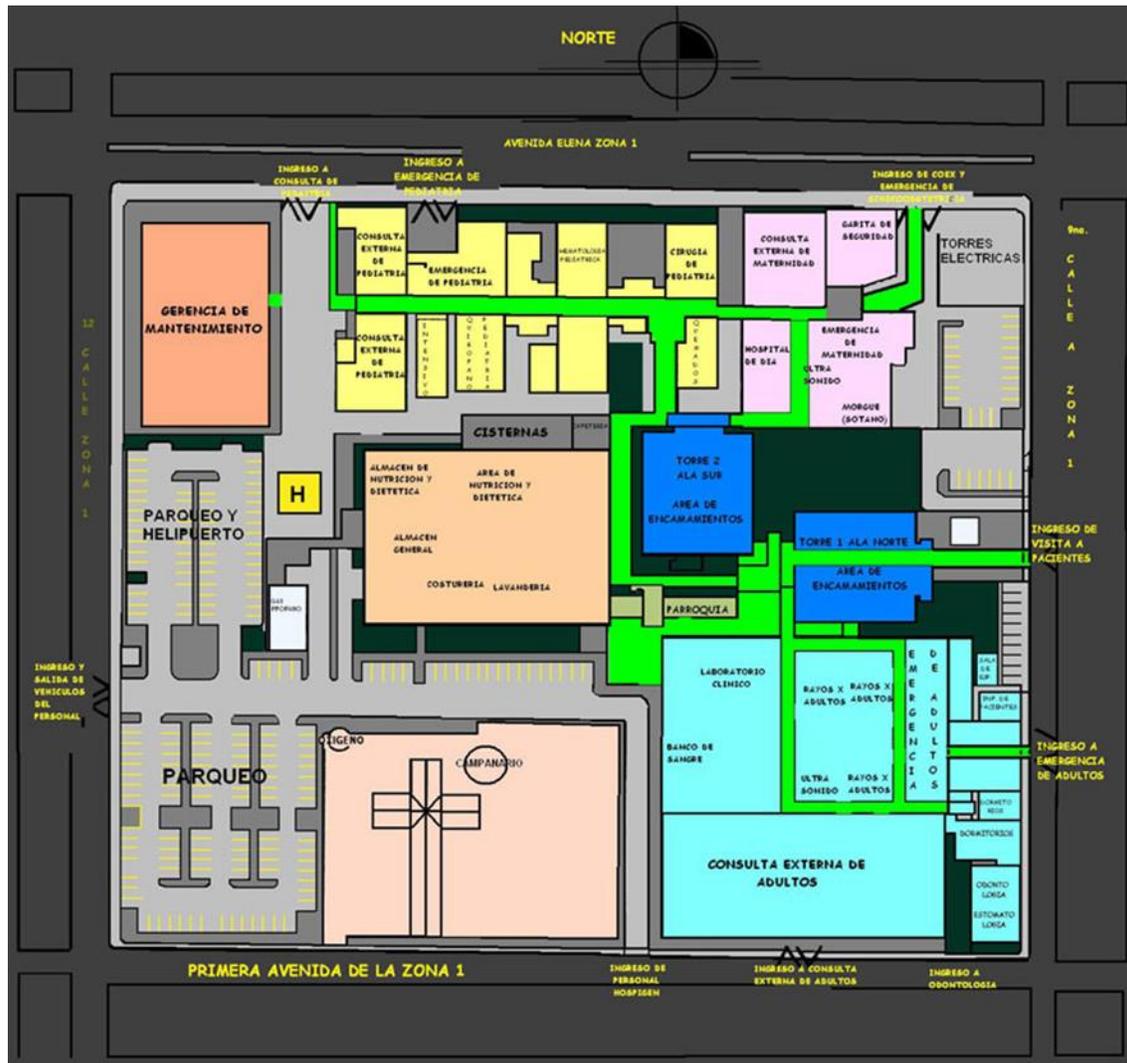
Componentes del sistema inmunitario adaptativo

Características en la infancia

Linfocitos totales	El número de linfocitos es alto al nacer, con un aumento en las primeras 12h de vida. Desciende en la primera semana, y se mantiene estable el primer año, representando el 60-70% del total de leucocitos hasta los 2 años. A partir de esta edad, descienden hasta alcanzar cifras de adulto hacia los 10 años.
Linfocitos T	<ul style="list-style-type: none">• Existe una linfocitosis relativa con respecto al adulto. Valores tanto de CD4+ como de CD8+ de 700/mm³, normales en adultos, son patológicas en niños de 6 meses.• Su funcionalidad está disminuida, predominando aquellos que no han tenido contacto con antígenos (vírgenes).• Baja proliferación y escasez de células T de memoria.• Mala cooperación con los linfocitos B.• Producen escasas cantidades de linfoquinas como TNFα, y otras linfocinas de tipo Th1, por lo que las respuestas en el niño son predominantemente de tipo Th2 (escaso aclaramiento viral).• Baja capacidad citotóxica por parte de los linfocitos T CD8+.
Linfocitos B	<ul style="list-style-type: none">• Su número está aumentando y predomina un fenotipo inmaduro.• Existe una evolución considerable en el perfil de inmunoglobulinas (Igs) con la edad (Penagos Paniagua MJ, et al. 2003), por lo que para evaluar las Igs en niños es preciso tener en cuenta los valores propios de cada edad.

Fuente: Becker, 2001

Anexo 2. Mapa del Hospital General San Juan de Dios, zona 1, Guatemala



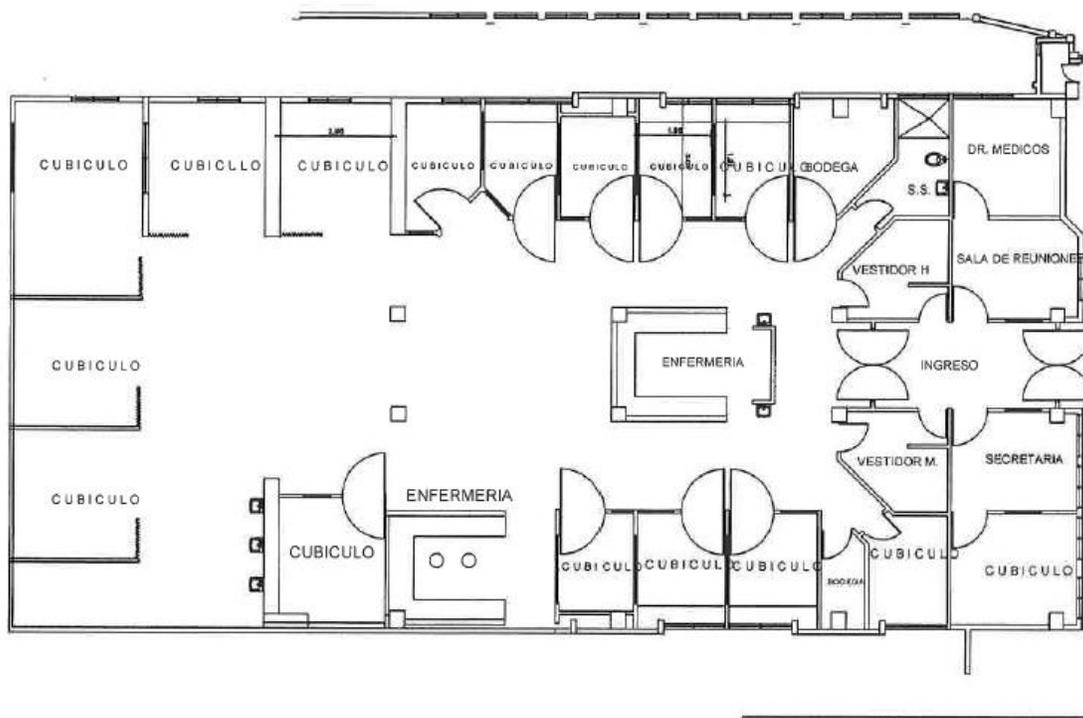
Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Anexo 3. Mapa de Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos del Hospital General San Juan de Dios



Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Anexo 4. Intensivo de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios



Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Anexo 5. Mobiliario de servicios de Maternidad, Pediatría y Cuidados Intensivos del Hospital General San Juan de Dios.

Tabla 1. Mobiliario de Cuidados Intensivos de Pediatría y Adultos del Hospital General San Juan De Dios

Mobiliario	Cuidados Intensivos de Pediatría	Cuidados Intensivos de Adultos
Camas	34	24
Cuna	10	0
Camillas	1	0
Mesas	10	12
Sillas y sillones	1	24
Carros de curaciones	8	4

Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Tabla 2. Mobiliario de servicios de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios.

Mobiliario	*MP	*GN	*HO	Cuna	*TP	*EB	*Q	*CP
Camas	25	6	18	32	22	25	25	26
Cunas	7	20	5	16	5	0	0	4
Camillas	2	2	1	4	1	0	0	2
Mesas	3	8	27	15	21	7	7	2
Sillas y sillones	7	2	1	7	2	5	5	12
Carro curaciones	12	7	6	10	6	5	5	9
Refrigeradora	1	0	0	4	1	0	0	1

*MP: medicina pediátrica, GN: Gastro-enterología y nutrición, HO: Hematología, TP: Traumatología Pediátrica, EB: Espina Bífida, Q: Quemados y CP: Cirugía pediátrica

Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

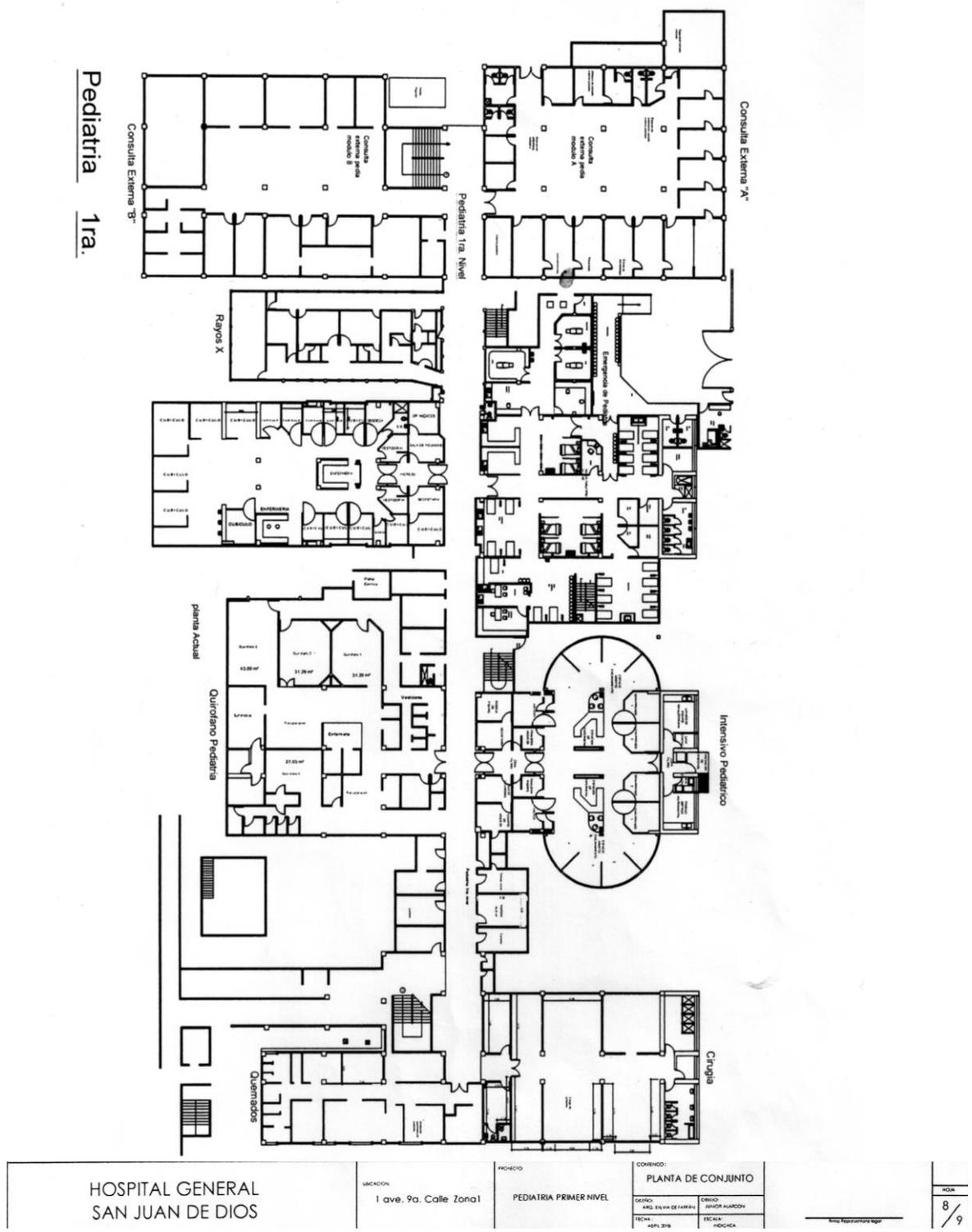
Tabla 3. Mobiliario del servicio de Maternidad del Hospital General San Juan De Dios.

Mobiliario	Séptico	Complicaciones pre- natales	Labor y partos
Camas	22	34	7
Camillas	2	2	3
Mesas	5	71	5
Sillas y sillones	3	5	2
Carros de curaciones	8	5	2
Refrigerador	1	1	0

Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

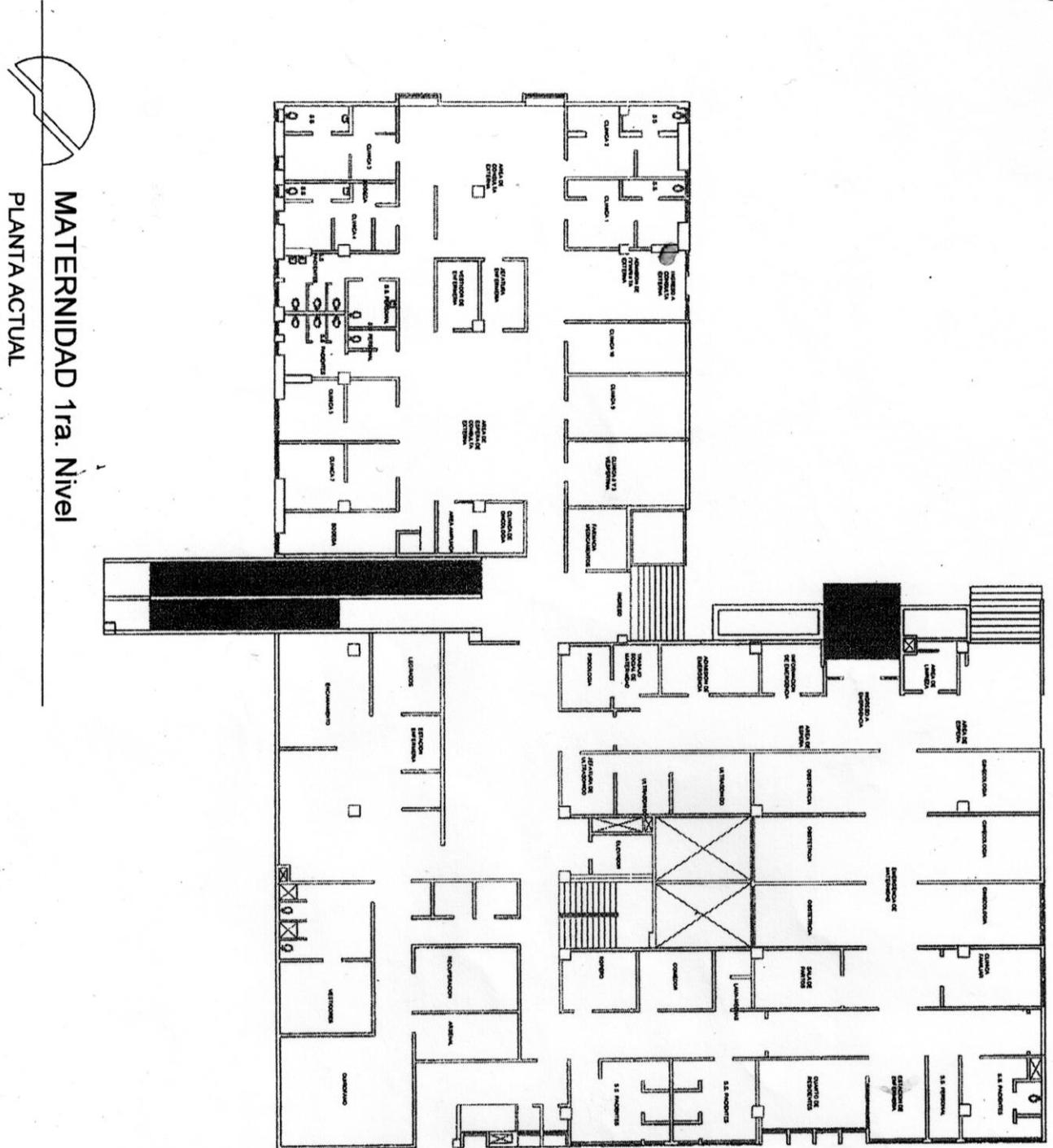
Anexo 6. Mapas del área de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios

Mapa de primer nivel del área de Pediatría

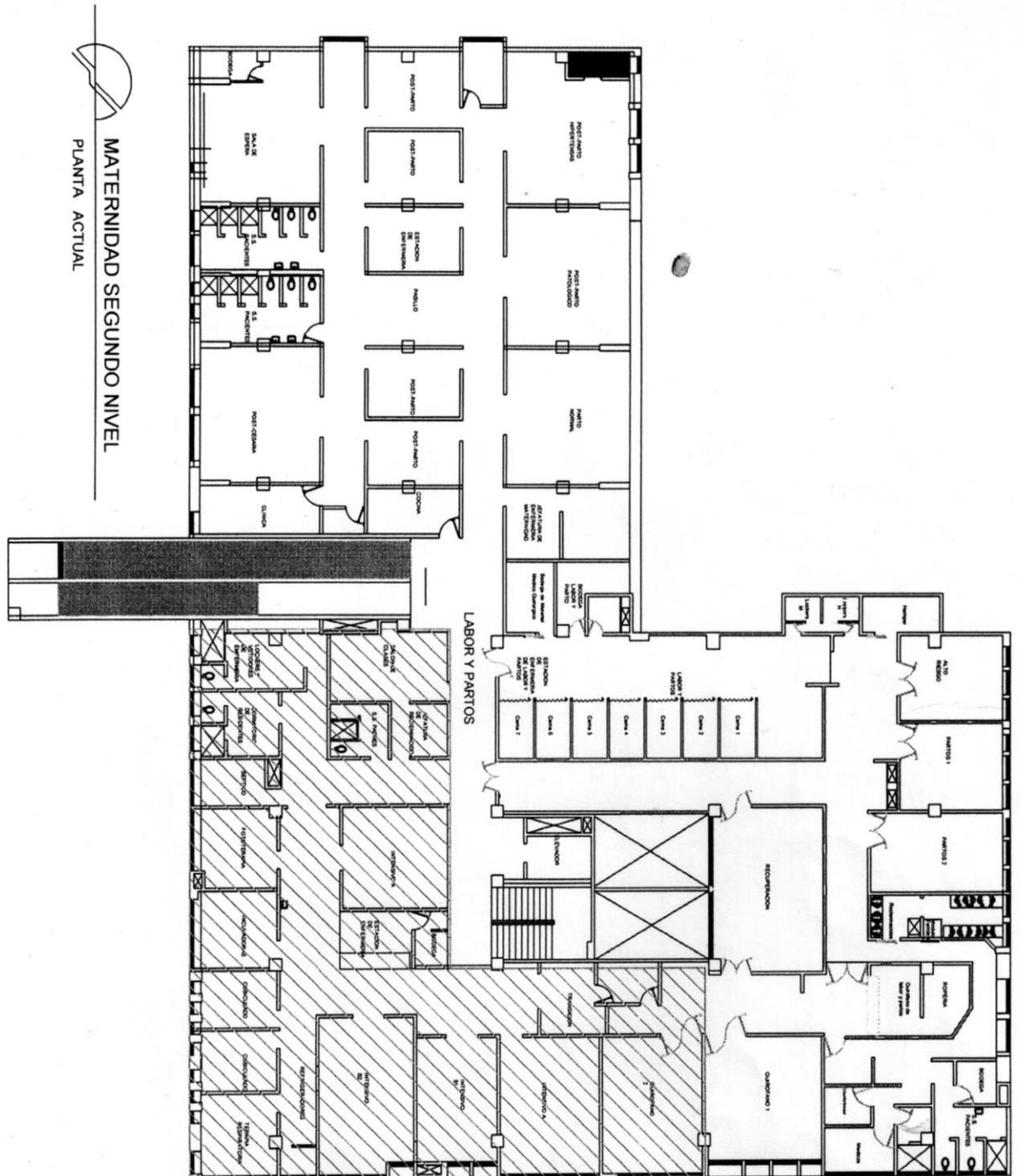


*las secciones marcadas con color fueron las áreas muestreadas
 Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Anexo 7. Mapas de los tres niveles del área de Maternidad del Hospital San Juan de Dios
Mapa de primer nivel del área de Maternidad



Mapa de segundo nivel del área de Maternidad



Anexo 8.

Tabla 4. Número de empleados Departamento de Limpieza.

Puesto	Número de empleados
Limpieza Pediatría -ginecoobstetricia	71
Limpieza Torres	86
Limpieza Quirófanos	12
Coordinadores	3
Secretaría	1
TOTAL	173

Fuente: Chacón, 2009

Anexo 9. Diagrama de procesos actual del personal de limpieza Hospital General San Juan de Dios.

Diagrama 1.

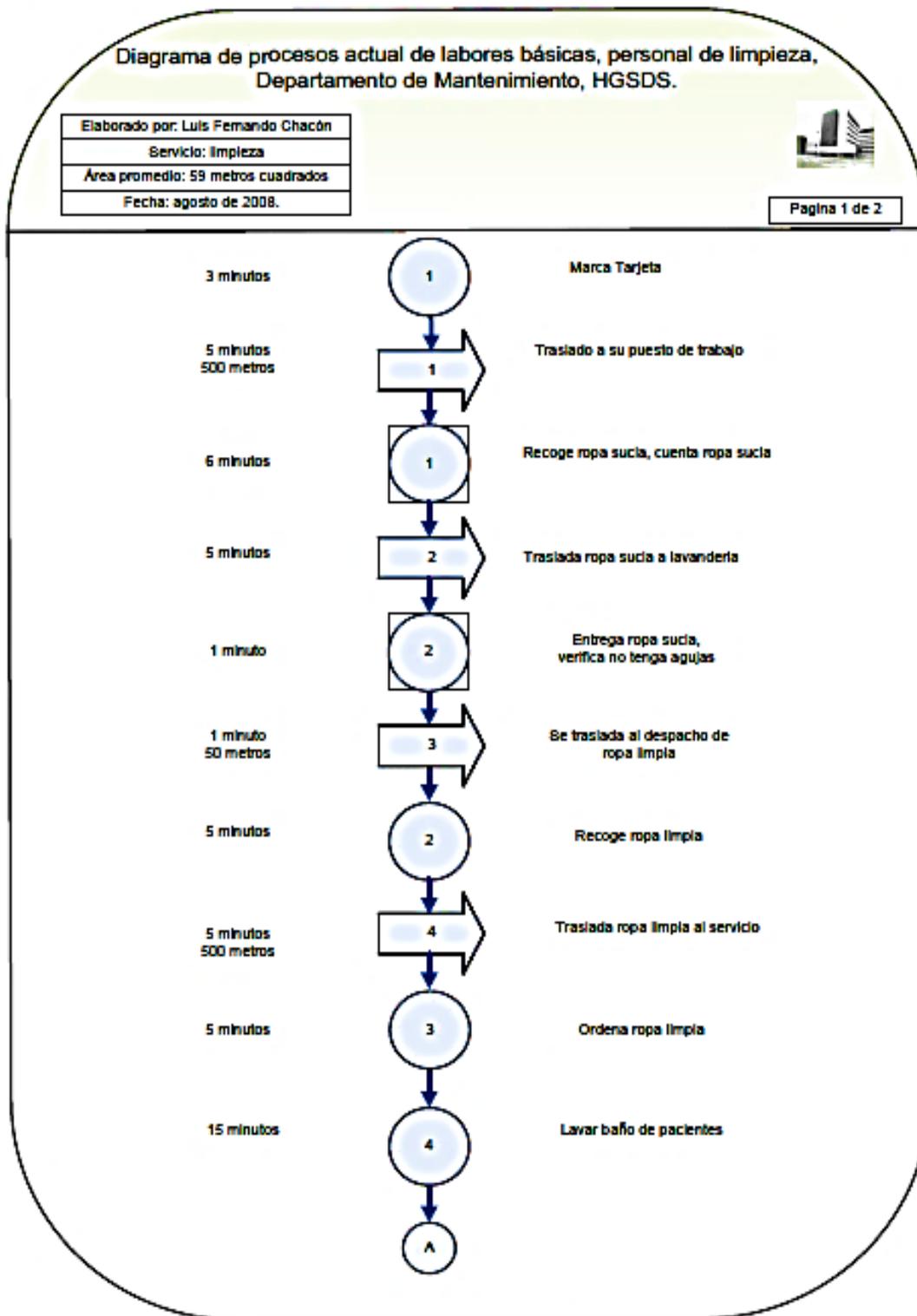
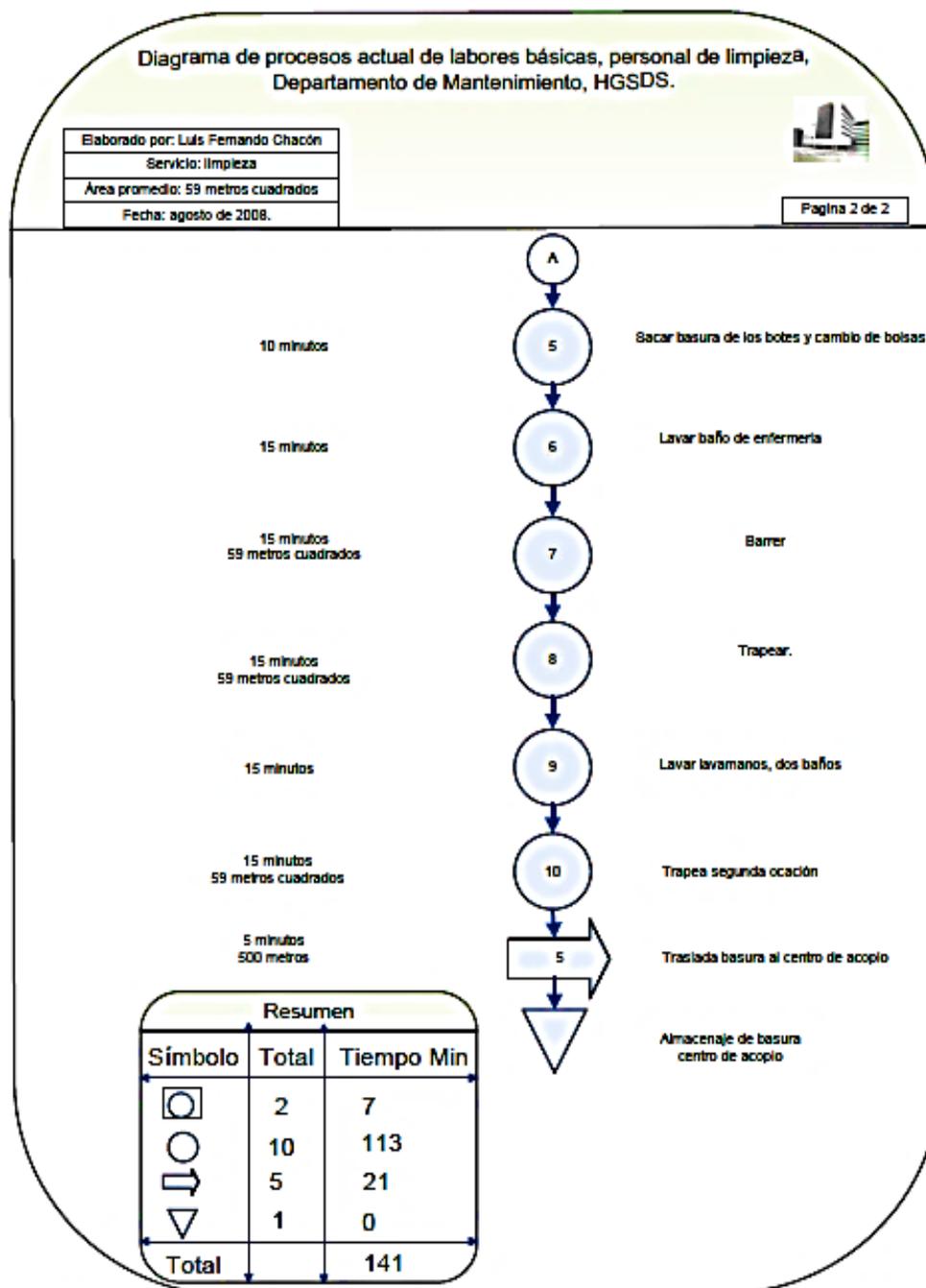


Diagrama 2



Fuente: Chacón, 2009

Anexo 10.

Tabla 5. Persistencia de agentes nosocomiales en superficies secas inanimadas

Tipo de microorganismo	Duración de la persistencia (rango)
Bacterias gram negativo	
<i>Acinetobacter</i> spp.	3 días-5 meses
<i>P. aeruginosa</i>	6 h-16 meses
<i>E. coli</i>	1,5 h-16 meses
<i>Klebsiella</i> spp.	2 h-> 30 meses
<i>S. marcescens</i>	3 días-2 meses
Bacterias gram positivas	
<i>C. difficile</i> (esporas)	5 meses
<i>Enterococcus</i> spp.	5 días-4 meses
<i>S. aureus</i>	7 días-7 meses
Levaduras	
<i>C. albicans</i>	1 día-120 días
<i>C. parapsilosis</i>	14 días
Virus	
Rotavirus	2 meses
Norovirus	42 días

Fuente: López, 2014

Anexo 11. Superficies barrotos de camas, camas, manivelas y chorros de agua de áreas de Pediatría, Maternidad y Cuidados intensivos.



Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Anexo 12. Recolección de muestras en caldo Lethen



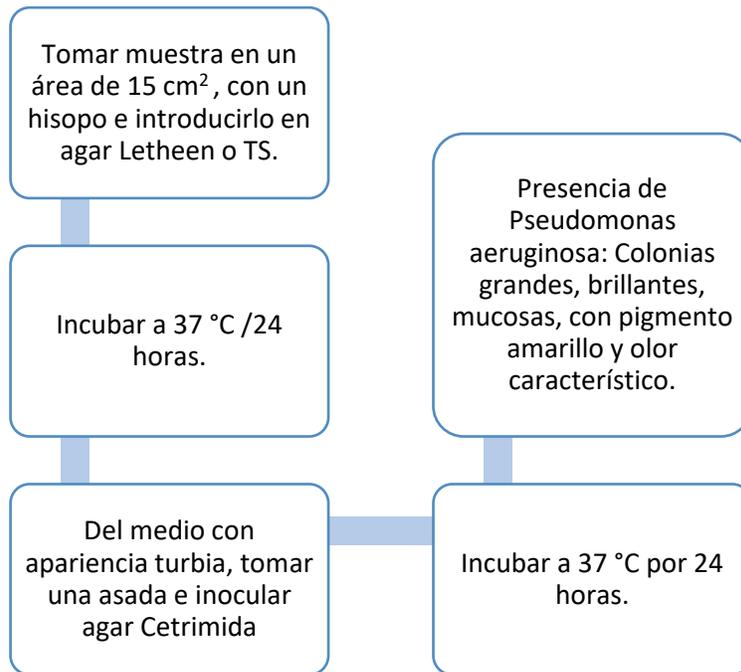
Fuente: Datos experimentales, obtenidos en el laboratorio No. 1, departamento de Microbiología, edificio T-12, USAC.

Anexo 13. Método para muestreo de superficies



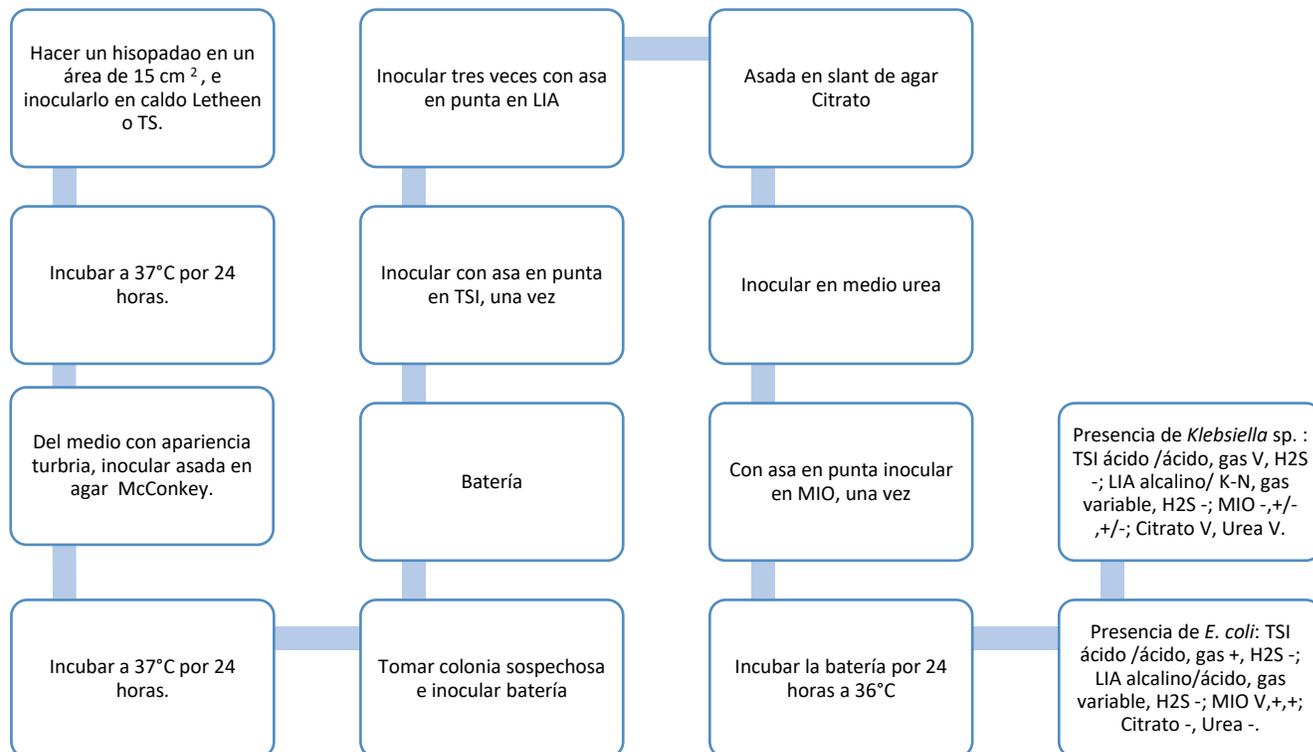
Fuente: Hospital General San Juan de Dios, 2018

Anexo 14. Marcha bacteriológica para determinar la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en superficies.



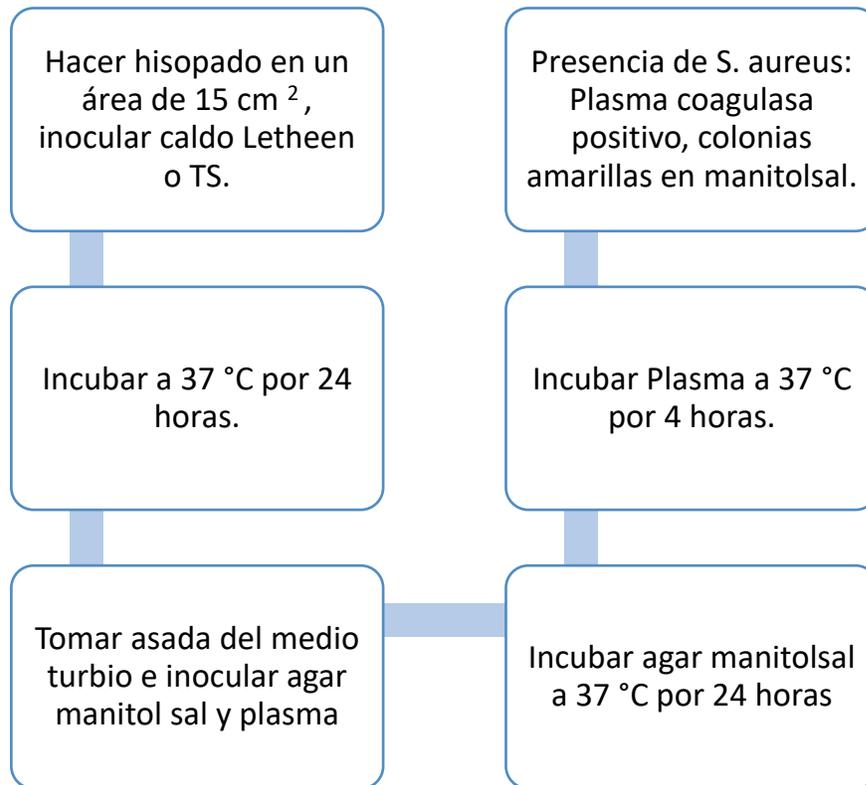
Fuente: Salas, 2007

Anexo 15. Marcha bacteriológica para determinar la presencia de Enterobacterias, *Escherichia coli* y *Klebsiella* sp en superficies.



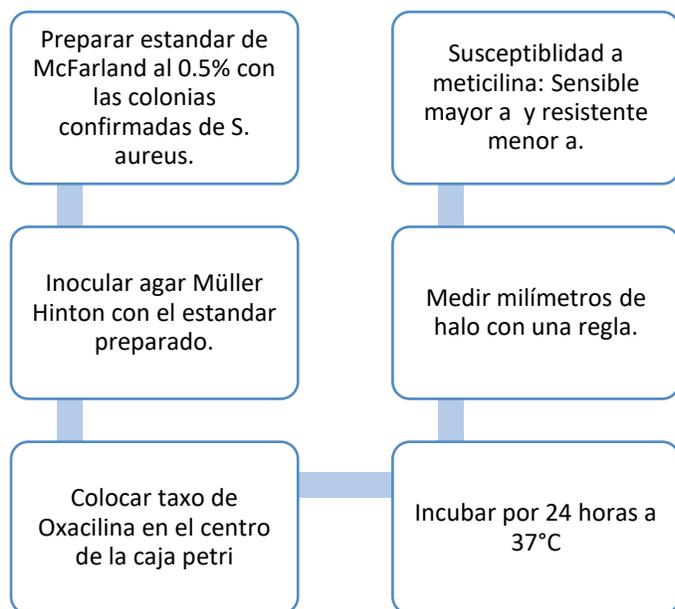
Fuente: Agrolab, 2014 y Feng, Weagant, Grant, & Burkhardt, 2017.

Anexo 16. Marcha bacteriológica para determinar la presencia de *Staphylococcus aureus*.



Fuente: Salas, 2007.

Anexo 17. Marcha bacteriológica para determinar susceptibilidad a antibióticos.



Fuente: Pedrique, 2002

Anexo 18. Antibiograma de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina



Fuente: Datos experimentales, obtenidos en el laboratorio No. 1, departamento de Microbiología, edificio T-12, USAC.

Sara Noemi García Morales

Autora

Silvia María Gómez Carranza

Autora

M. Sc. Martín Gil

Asesor

Lic. Manuel Díaz de Paz

Asesor

Lic. Eliseo Josué Albanés

Revisor

M.Sc. Osberth Isaac Morales Esquivel

Director

Escuela Química Biológica

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

Decano

Facultad de ciencias Químicas y Farmacia