

# **FACULTAD DE** **ARQUITECTURA Y DISEÑO**

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“PROPUESTA DE UN CENTRO HOSPITALARIO DE CATEGORIA II-2  
BASADO EN LA ARQUITECTURA BIOFÍLICA – CARABAYLLO, LIMA -  
2024”

Tesis para optar el título profesional de:

ARQUITECTO

**Autor:**

Sainel Velasquez Cerna

**Asesor:**

Mg. Arq. Carlos A. Cerna Sifuentes  
<https://orcid.org/0000-0001-6389-9218>

Lima - Perú

2024

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1	<b>STEVE JASON UMAN JUAREZ</b>
President e(a)	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>Gianfranco Xavier Soria Caballero</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>CARLOS ALFONSO CERNA SIFUENTES</b>
	Nombre y Apellidos

# INFORME DE SIMILITUD



## 20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

### Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	18
1.1	Realidad Problemática	18
1.2	Pregunta de investigación	21
1.3	Objetivo de la investigación.	21
1.4	Hipótesis general	21
1.5	Justificación del objeto arquitectónico	21
1.6	Determinación de la población insatisfecha	22
1.7	Marco referencial	24
1.7.1	Normatividad	24
1.7.2	Referentes	28
CAPÍTULO 2	METODOLOGÍA	30
2.1	Tipo de investigación y diseño metodológico	30
2.2	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	31
2.3	Tratamiento de datos y cálculos urbano-arquitectónicos	32
2.4	Presentación de casos arquitectónicos.	34
2.5	Matriz de consistencia	38
CAPÍTULO 3	RESULTADOS	39
3.1	Estudio de casos arquitectónicos	39
3.1.1	Aportes de la casuística:	61
3.2	Lineamientos de diseño arquitectónico	62
3.2.1	Lineamientos técnicos de diseño arquitectónico	63
3.2.2	Lineamientos teóricos de diseño arquitectónico	64
3.2.3	Lineamientos finales de diseño arquitectónico	66

3.3	Dimensionamiento y envergadura	73
3.4	Programación arquitectónica	80
3.5	Determinación del terreno	100
3.5.1	Metodología para determinar el terreno	101
3.5.2	Criterios técnicos de elección del terreno	101
3.5.3	Diseño de matriz de elección del terreno	104
3.5.4	Presentación de terrenos	105
3.5.5	Matriz final de elección de terreno	112
3.5.6	Formato de localización y ubicación de terreno seleccionado	114
3.5.7	Plano perimétrico de terreno seleccionado	115
3.5.8	Plano topográfica de terreno seleccionado	116
CAPÍTULO 4 PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL		118
4.1	Idea rectora	118
4.1.1	Análisis de lugar	118
4.2	Proyecto arquitectónico	137
4.2.1	Urbanismos	137
4.2.3	Especialidad Estructura	148
4.2.4	Especialidad Instalaciones Eléctricas (planos)	153
4.3	Memorias	157
4.3.1	Memoria descriptiva de arquitectura	157
4.3.2	Memoria justificativa de arquitectura	167
4.3.3	Memoria de estructuras	176
a)	Generalidades	176
b)	Descripción de la estructura	176
c)	Aspectos técnicos del diseño	176

d)	Normas técnicas empleadas	196
4.3.4	Memoria de instalaciones sanitarias	197
A.	Generalidades	197
4.3.5	Memoria descriptiva de instalaciones eléctricas	200
A.	Generalidades	200
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN	214
5.1	Discusión	214
5.2	Conclusiones	215
5.3	Referencias	216
5.4	Anexos	223

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Determinación de personas que podrían acceder a estos servicios .....	22
<b>Tabla 2:</b>	Población total afiliada a algún tipo de seguro en el año 2017. ....	24
<b>Tabla 3:</b>	ficha de análisis de datos .....	32
<b>Tabla 4:</b>	Niveles de atención, niveles de complejidad y categorías de establecimientos de sector salud .....	33
<b>Tabla 5:</b>	Ejemplo de áreas mínimas en la NTS N° 113 .....	33
<b>Tabla 6:</b>	Matriz de consistencia .....	38
<b>Tabla 7:</b>	Ficha de caso N° 1 .....	40
<b>Tabla 8:</b>	Ficha caso N° 2 .....	45
<b>Tabla 9:</b>	Ficha caso N° 3.....	50
<b>Tabla 10:</b>	Ficha caso N° 4 .....	55
<b>Tabla 11:</b>	Cuadro resumen de los casos arquitectónicos .....	60
<b>Tabla 12:</b>	Lineamientos finales .....	67
<b>Tabla 13:</b>	Población estimada por grupo de edades en Carabayllo.....	73
<b>Tabla 14:</b>	Población no objetivo del MINSA .....	74
<b>Tabla 15:</b>	Población con necesidad real.....	74
<b>Tabla 16:</b>	Cálculo de población demandada potencial.....	74
<b>Tabla 17:</b>	Población demandada efectiva .....	75
<b>Tabla 18:</b>	Población no atendida.....	75
<b>Tabla 19:</b>	Cálculo de pacientes al día en la Consulta Externa.....	76

<b>Tabla 20:</b>	Cálculo de pacientes al día en Medicina de Rehabilitación .....	77
<b>Tabla 21:</b>	Cálculo del personal de salud al día según la Norma Técnica de Salud(NTS) N° 21.....	78
<b>Tabla 22:</b>	Otras personas en el hospital .....	80
<b>Tabla 23:</b>	Resumen de capacidad en el hospital .....	80
<b>Tabla 24:</b>	Programa arquitectónico.....	80
<b>Tabla 25:</b>	Diseño de matriz de elección del terreno.....	104
<b>Tabla 26:</b>	Presentación de terrenos .....	105
<b>Tabla 27:</b>	Matriz de final de los terrenos .....	112
<b>Tabla 28:</b>	Cuadro de dotación de agua fría para salud según norma is.010 del RNE .....	198
<b>Tabla 29:</b>	Cuadro de dotación de agua caliente para salud según norma is.010 del RNE .....	199
<b>Tabla 30:</b>	Cuadro de Cargas según NTS y Código Nacional de Electricidad .....	205

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1:	Vista desde el patio del hospital Nacional Dos de Mayo (Lima)	34
Figura 2:	Vista del hospital da Luz de Lisboa	35
Figura 3:	Hospital Sieff (Tsfat)	36
Figura 4:	Hospital rehabilitación (Narita)	37
Figura 5:	Análisis correspondiente a función	42
Figura 6:	Análisis gráfico correspondiente a forma.	43
Figura 7:	Análisis gráfico correspondiente a estructura	43
Figura 8:	Análisis gráfico a relación con su entorno	44
Figura 9:	Análisis correspondiente a función	48
Figura 10:	Análisis gráfico correspondiente a forma.	48
Figura 11:	Análisis gráfico correspondiente a estructura	49
Figura 12:	Análisis gráfico a relación con su entorno	49
Figura 13:	Análisis correspondiente a función	53
Figura 14:	Análisis correspondiente a forma	53
Figura 15:	Análisis correspondiente a estructura	54
Figura 16:	Análisis gráfico a relación con su entorno	54
Figura 17:	Análisis correspondiente a función	58
Figura 18:	Análisis correspondiente a forma	58
Figura 19:	Análisis correspondiente a estructura	59

Figura 20:	Análisis gráfico a relación con su entorno	59
Figura 21:	Análisis gráfico a relación con su entorno exógenas terreno 1	106
Figura 22:	Análisis gráfico a relación con su entorno endógenas terreno 1	107
Figura 23:	Vista del terreno desde la Av. Santa María	107
Figura 24:	Análisis gráfico a relación con su entorno exógenas terreno 2	108
Figura 25:	Vista del terreno desde la Av. Santa María	109
Figura 26:	Análisis gráfico a relación con su entorno endógenas terreno 2	109
Figura 27:	Análisis gráfico a relación con su entorno exógenas terreno 3	110
Figura 28:	Análisis gráfico a relación con su entorno endógenas terreno 3	111
Figura 29:	Vista del terreno 3 desde la calle s/n	111
Figura 30:	Plano de Ubicación y localización	114
Figura 31:	Plano perimétrico	115
Figura 32:	Plano topográfico	116
Figura 33:	Plano topográfico secciones	117
Figura 34:	Análisis del lugar	119
Figura 35:	Solsticio Verano de 10:00 a 3:00 pm	120
Figura 36:	Solsticio enero de 10:00 a 3:00 pm	120
Figura 37:	Solsticio marzo de 10:00 a 3:00 pm	121
Figura 38:	Solsticio junio de 10:00 a 3:00 pm	121
Figura 39:	Solsticio setiembre de 10:00 a 3:00 pm	121

Figura 40:	Análisis de vientos	122
Figura 41:	Análisis de flujos y jerarquías viales peatonales	123
Figura 42:	Análisis de flujos y jerarquías viales vehiculares	124
Figura 43:	Análisis de jerarquías zonales	125
Figura 44:	Propuesta de accesos peatonales	126
Figura 45:	Propuesta de accesos vehiculares	127
Figura 46:	Propuestas de tensiones internas	128
Figura 47:	Macrozonificación 2D Sótano	129
Figura 48:	Macrozonificación 2D Piso 1	130
Figura 49:	Macrozonificación 2D Piso 2	131
Figura 50:	Macrozonificación 2D Piso 3	132
Figura 51:	Macrozonificación 3D	133
Figura 52:	Detalles arquitectónicos	134
Figura 53:	Transformación volumétrica	135
Figura 54:	Aplicación de lineamientos de diseño	136
Figura 55:	Porcentaje de viviendas con abastecimiento de agua por red pública.	170

## RESUMEN

El trabajo de investigación promueve la salud, en base a la tasa de natalidad, tasa de morbilidad y la tasa de mortalidad en el departamento de Lima, distrito de Carabayllo, ya que en este lugar no existe promoción ni prevención de la salud. Además, se examinan las problemáticas enfrentan los establecimientos de salud en el distrito de Carabayllo, la infraestructura en condiciones precarias. Por otro lado, se calcula la población insatisfecha dentro de 30 años para las personas que van a necesitar de esta infraestructura.

El método empleado en este estudio es de carácter cualitativa, descriptiva y aplicada. Este se organiza en tres fases: Revisión de documental relacionados a investigaciones científicas, normas, libros, referentes, entre otros. Analizar ejemplos arquitectónicos para generar lineamientos basados en la variable, e implementar estos lineamientos en el diseño arquitectónico para demostrando la variable biofilia.

Los resultados se basan en consecuencia del estudio de casos arquitectónicos, análisis de funciones arquitectónicas, forma arquitectónica, estructura y relación con el contexto. Luego se realizan lineamientos técnicos para el análisis de casos, así como lineamientos teóricos relacionados con la variable, y finalmente se implementan los lineamientos finales. Además, se determinan las dimensiones y la envergadura del objeto arquitectónico para así ejecutar el programa arquitectónico en base a ello. Asimismo, se analiza los terrenos, asegurando que cumplan con las normas reglas para un centro hospitalario.

Finalmente, después de realizar el análisis se llega a la conclusión de realizar un equipamiento de infraestructura Hospitalaria de Categoría II- 2 Basado a la Arquitectura Biofilia.

**PALABRAS CLAVES:** Arquitectura Biofílica, confort en hospitales, curación con jardines, arquitectura sensitiva, iluminación y ventilación natural.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

### 5.3 Referencias

Amorim et al., (2019). Biofilia: producción de vida activa en cuidados paliativos

Obtenido de:

<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/SK98z3dSgbxcPSNVtdzbf7g/?lang=pt&format=html#>

Beltre O. (08 de junio 2020). Diseño biofílico: aplicación al diseño optimizado de las instalaciones Obtenido de:

[https://drive.google.com/file/d/1iS3O42R7oLm\\_Dy16kwNSJWUArmMUWFBZ/view](https://drive.google.com/file/d/1iS3O42R7oLm_Dy16kwNSJWUArmMUWFBZ/view)

Barrera H. (2022). Arquitectura para la salud. Construcción del limeño Hospital Dos de Mayo. Obtenido de: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Arquitextos/article/view/5469>

CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. (2006) [publicación de sitio web en pdf]

Obtenido de:

<http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>

DFM Directorio Forestal Maderero (2019) El Khoo Teck Puat es un ‘hospital en un jardín y un jardín en un hospital’ [publicación de sitio web] Obtenido de: <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/el-khoo-teck-puat-es-un-hospital-en-un-jardin-y-un-jardin-en-un-hospital.html>

Foster, Partners (2016). Centro Maggie del Cáncer en Manchester

Obtenido de: [https://www.archdaily.cl/cl/788011/centro-del-cancer-de-maggie-de-manchester-foster-plus-partners?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.pe](https://www.archdaily.cl/cl/788011/centro-del-cancer-de-maggie-de-manchester-foster-plus-partners?utm_medium=website&utm_source=archdaily.pe)

Gili Menéndez R. (2020) Biofilia, impacto y aplicación en arquitectura sanitaria [publicación de sitio web] Obtenido de:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/188618/Gili%20Menendez%20Ricard%20TF%20G.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guerrero R., Fabio H. (2020) Hospitales verdes Un nuevo desafío para América Latina

[publicación de sitio web] Obtenido de:

<https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/3825/Hospitales%20verdes.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Gareca Apaza M. L. (2022) Biofilia la naturaleza como factor de tendencia en el diseño de una vivienda. Obtenido de: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2225-87872022000200137](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872022000200137)

INEI (2007) Censos Nacionales 2007 XI de población y VI de vivienda [publicación de sitio web] Obtenido de: <https://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>

Infosalus. (2023, 26 de junio). Diseño de Hospitales [publicación de blog]

Obtenido de: <https://www.infosalus.com/actualidad/noticia-oms-pide-repensar-diseno-hospitales-mas-ladrillos-cemento-deben-ser-entidades-vivas-20230626120727.html>

Jung et al., (2023) Llevar la naturaleza a la arquitectura hospitalaria: análisis EEG basado en aprendizaje automático del efecto de la biofilia en realidad virtual [publicación de sitio web mundial] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494423000816>

Karissa Rosenfield (2017) Kengo Kuma presenta diseño de "hospital verde" para Tokio. Obtenido de: [https://www.archdaily.pe/pe/763005/kengo-kuma-presenta-diseno-de-hospital-verde-para-tokio?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.pe/pe/763005/kengo-kuma-presenta-diseno-de-hospital-verde-para-tokio?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)

MINSA. (2022). Análisis de Situación de Salud 2022 [publicación de sitio web en pdf]

Obtenido de: <file:///D:/A.%20CARRERA%20ARQUITECTURA/11VO%20CICLO%20TESIS-T%3%8DTULO/ASIS%20DIRIS%20LN%202022.pdf>

MINSA. (2023) Conocer establecimientos de salud del primer nivel de atención [publicación de sitio web mundial] Obtenido de: <https://www.gob.pe/16727-conocer-establecimientos-de-salud-del-primer-nivel-de-atencion>

Ministerio de Salud Pública. (2015) Guía de diseño arquitectónico para establecimientos de salud. [publicación de sitio web mundial] Obtenido de: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28585/guia\\_disenos\\_arquitectonicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28585/guia_disenos_arquitectonicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

NORMA A0.130 Requisitos de seguridad [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de: [https://limacap.org/normatividad2019-/deportes/2012\\_11.09\\_A.130%20REQUISITOS%20DE%20SEGURIDAD%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf](https://limacap.org/normatividad2019-/deportes/2012_11.09_A.130%20REQUISITOS%20DE%20SEGURIDAD%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf)

NORMA TÉCNICA DE SALUD N° 110-MINSA/DGIEM-V.01. (2015) [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

[file:///D:/ASAINEL/SAINEL\\_VELASQUEZ\\_CERNA\\_1.pdf](file:///D:/ASAINEL/SAINEL_VELASQUEZ_CERNA_1.pdf)

NORMA TÉCNICA DE SALUD N° 113-MINSA/DGIEM-V.01. (2015) [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

[https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/NTS%20113-MINSA-DGIEM-V.01%20INFRAESTRUCTURA%20Y%20EQUIPAMIENTO%20DE%20LOS%20EEESS%20DEL%20PRIMER%20NIVEL%20DE%20ATENCION.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/NTS%20113-MINSA-DGIEM-V.01%20INFRAESTRUCTURA%20Y%20EQUIPAMIENTO%20DE%20LOS%20EEESS%20DEL%20PRIMER%20NIVEL%20DE%20ATENCION.pdf)

NORMA TÉCNICA DE SALUD I.S. 010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

[https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/NTS%20113-MINSA-DGIEM-V.01%20INFRAESTRUCTURA%20Y%20EQUIPAMIENTO%20DE%20LOS%20EEESS%20DEL%20PRIMER%20NIVEL%20DE%20ATENCION.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/NTS%20113-MINSA-DGIEM-V.01%20INFRAESTRUCTURA%20Y%20EQUIPAMIENTO%20DE%20LOS%20EEESS%20DEL%20PRIMER%20NIVEL%20DE%20ATENCION.pdf)

NORMA TÉCNICA DE SALUD N° 021 – MINSa / DGSP V.01 CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTO DE SALUD [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

[https://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/103\\_N.T.021Categoria.pdf](https://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/103_N.T.021Categoria.pdf)

NORMA E.020 (2023) [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” (2023) [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686410/E.030%20Dise%C3%B1o%20Sismo%20resistente.pdf>

NORMA EM.110 CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO CON EFICIENCIA ENRGÉTICA [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686426/EM.110%20Confort%20T%C3%A9rmico%20y%20Lum%C3%ADnico%20Con%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica.pdf?v=1641411379>

NORMA EM.020 INSTALACIONES DE COMUNICACIONES [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686405/EM.020%20Instalaciones%20de%20Comunicaciones.pdf?v=1641411337>

Organización Panamericana de Salud (2015). Guía de Diseño Arquitectónico para establecimientos de salud [publicación de sitio web en pdf] Obtenido de:

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28585/guia\\_disenos\\_arquitectonicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28585/guia_disenos_arquitectonicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OMS. (2022, 10 de diciembre). Salud y Derechos Humanos [publicación de sitio web mundial] Obtenido de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/human-rights-and-health>

OPS. (Sf). Enfermedades No Transmisibles [publicación de sitio web mundial] Obtenido de: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>

Santa C. (2021). Arquitectura Hospitalaria. [publicación de sitio web en pdf]

Obtenido de

[:file:///H:/Mi%20unidad/TESIS%20TEORICO/BASES/REFERENTES%20ARQUITECTURAS%20NICOS/Dialnet-ArquitecturaHospitalaria-8198966.pdf](file:///H:/Mi%20unidad/TESIS%20TEORICO/BASES/REFERENTES%20ARQUITECTURAS%20NICOS/Dialnet-ArquitecturaHospitalaria-8198966.pdf)

Risco (2019) Ampliación del Hospital da Luz de Lisboa / RISCO. Obtenido de: <https://www.archdaily.pe/pe/1002637/ampliacion-del-hospital-da-luz-de-lisboa-risco>

Santa Cruz L. M. (2021) Arquitectura Hospitalaria. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8198966>

Terrapin Bright Green (2014) 14 patrones de diseño biofílico mejorando la salud y el bienestar en el entorno construido. Obtenido de: [https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2016/10/14-Patrones-Terrapin-espanol\\_para-email\\_1.4MB.pdf](https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2016/10/14-Patrones-Terrapin-espanol_para-email_1.4MB.pdf)

Weinstein Vaadia Architects (2016) Hospital Sieff / Weinstein Vaadia Architects. Obtenido de: <https://www.archdaily.pe/pe/790672/the-sieff-hospital-weinstein-vaadia-architects>

Yin, et al., (2020) Efectos del ambiente interior biofílico en la recuperación del estrés y la ansiedad: un experimento entre sujetos en realidad virtual [publicación de sitio web mundial]

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019336347>