

# Feasibility and Design of a House Using Green Roofs in the Las Casitas Sector, Tartar Grande Village, Los Baños del Inca District - Cajamarca, 2019.

Elvesy Fiorela Muñoz Chavez <sup>1</sup>, Tulio Edgar Guillén Sheen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte. Carrera de Ingeniería Civil. N00028918@upn.pe

<sup>2</sup>Universidad Privada del Norte. Carrera de Ingeniería Civil. tulio.guillen@upn.pe

**Abstract.** This research studies the influence of feasibility on the design of a house using green roofs in the Las Casitas Sector, Tartar Grande Village, Los Baños del Inca District in the Cajamarca Department; These green spaces are a mitigation strategy to mitigate the environmental impact. An intentional stratified probability sampling was used, as well as a questionnaire addressed to the homeowners in the area. Evaluating the feasibility of the house and that it complies for a type of extensive green roof. It is concluded that the feasibility directly influences so that the design can be carried out in a way that complies with the regulations, being a functional home, in addition that the chosen home complies with the additional load of 725 kg/cm<sup>2</sup>, and with the maximum drifts with lower values of 0.007 established in standard E.030 Earthquake Resistant Design of the National Building Regulations, having values of 0.0003012 and 0.0000398 for the first floor and second floor in the X direction respectively, likewise in the Y direction of 0.0004472 and 0.000059 for the first floor and second floor respectively. A direct cost of eight hundred and twenty-eight with 37/100 nuevos soles (S/. 828.37) was obtained, evidencing that it is profitable by contributing economically to its inhabitants, using it for their own consumption, generating social and ecological responsibility.

**Keywords:** Green roofs, environmental mitigation, extensive system.

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.101>  
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

# Factibilidad y Diseño de una Vivienda Usando Techos Verdes en el Sector Las Casitas, Caserío Tartar Grande, Distrito Los Baños del Inca - Cajamarca, 2019.

Elvesy Fiorela Muñoz Chavez <sup>1</sup> Tulio Edgar Guillén Sheen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería - Carrera de Ingeniería Civil. N00028918@upn.pe

<sup>2</sup>Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería - Carrera de Ingeniería Civil. tulio.guillen@upn.pe

**RESUMEN.** Esta investigación estudia la influencia de la factibilidad en el diseño de una vivienda usando techos verdes en el Sector Las Casitas, Caserío Tartar Grande, Distrito Los Baños del Inca en el Departamento de Cajamarca; estos espacios verdes son una estrategia de mitigación para atenuar el impacto ambiental. Se utilizó un muestreo probabilístico estratificado de tipo intencional además un cuestionario dirigido a los propietarios de las viviendas de la zona. Evaluando la factibilidad de la vivienda y que cumpla para un tipo de techo verde extensivo. Se concluye que la factibilidad influye directamente para que el diseño se pueda realizar de manera que cumpla las normativas siendo una vivienda funcional, además que la vivienda escogida cumple con la carga adicional de 725 kg/cm<sup>2</sup>, y con las derivas máximas con valores menores de 0.007 establecido en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo en la dirección X valores de 0.0003012 y 0.0000398 para el primer piso y segundo piso respectivamente, así mismo en la dirección Y valores de 0.0004472 y 0.000059 para el primer piso y segundo piso respectivamente. Se obtuvo un costo directo de ochocientos veintiocho con 37/100 nuevos soles (S/. 828.37) evidenciándose que es rentable contribuyendo económicamente a sus habitantes utilizándose para su autoconsumo, generando responsabilidad social y ecológica.

**Palabras clave:** Techos verdes, mitigación ambiental, sistema extensivo.

## I. INTRODUCCIÓN

Según investigaciones, en un estudio de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se estima que la población mundial urbana se duplicará, prediciendo que hacia 2030 el 60% de la población mundial vivirá en ciudades. Sumando un cambio climático que avanza ilimitadamente, es por lo que urge la necesidad de implementar estrategias de mitigación para atenuar el impacto y mejorar la calidad de vida. Por eso es por lo que se fomentan tecnologías sustentables como los techos verdes, los jardines verticales y los cuadros vivos, siendo espacios verdes que ayudan a mejorar el ambiente y el microclima de las ciudades al aumentar las zonas de amortiguación de los gases de efecto invernadero y también mejoran la estética visual, además permiten

la evapotranspiración del agua almacenada. (Pérez, 2017)

Los techos verdes en su término en inglés “green roof”, es un sistema multicapa que admite la propagación de vegetación en una superficie expuesta que garantiza la estructura del edificio. La utilización de estas cubiertas produce beneficios sociales, ambientales, estéticos, económicos, asimismo puede cumplir diversas funciones dependiendo de su localización y tamaño. (Ibáñez, 2008)

Una “cubierta ajardinada” o “cubierta verde”, es un tipo de cubierta invertida o convencional, con la adición de un sustrato y plantas por la capa superior”. define que el techo verde es un sistema de capas, el cual se puede utilizar vegetación en el techo de la casa. Además, proporcionan beneficios sociales, económicos y ambientales especialmente en áreas urbanas, y pueden incorporar nuevas tecnologías como agricultura urbana o producción de alimentos y sistema de reciclaje de aguas lluvias. (López, 2013)

Se realizó una investigación en Bogotá donde se desarrolló la valoración económica de techos verdes, mencionando que generan beneficios privados como el aumento en el valor y utilidad del techo de la propiedad además de recreación e incremento de zonas verdes y beneficios públicos como la captura de CO<sub>2</sub> y retención hídrica. Teniendo como resultado que los beneficios privados son mayores a su costo obteniendo que los costos en promedio para construir un metro cuadrado de techo verde ascienden a 162,000 pesos (S/.182.98 soles) esto depende del tamaño y características del techo verde y el valor del mantenimiento en promedio es de 22,300 pesos (S/.25.19 soles). (Díaz, 2016)

En las zonas urbanas, uno de los problemas más importantes que producen calentamiento global es la cantidad de superficies pavimentadas ya que el rol de los materiales del pavimento es un aspecto influyente obteniendo influencias negativas en la calidad del aire. Usando los espacios ajardinados se puede contribuir con este gran problema, ayudando en la regulación del microclima urbano. (Saiz, 2015)

En Bogotá realizan una investigación de proyectos de agricultura urbana definiéndose la práctica agrícola que se realiza en espacios urbanos dentro de la ciudad o en los alrededores, utilizando el

potencial local como la fuerza de trabajo, el área disponible, el agua - lluvia, los residuos sólidos” que al mismo tiempo une los conocimientos técnicos con los tradicionales promoviendo la sostenibilidad ambiental. Así mismo son espacios desperdiciados en donde se pueden sembrar plantas hortalizas, plantas medicinales, para su autoconsumo y/o comercialización a pequeña escala. (Herrera, 2017)

En las últimas décadas, se ha incrementado el calentamiento global, Cajamarca no es ajeno a ello es por eso que en el Distrito de Los Baños del Inca, existen sectores que han sido afectados por vientos fuertes, plagas, enfermedades, existiendo la proyección de ir disminuyendo el área agropecuaria debido a la desertificación por un lado y al avance de actividades extractivas, esto ha hecho que las personas tomen más responsabilidades para desarrollar acciones que originen respeto por el medio ambiente y asimismo genera que se den cuenta de las desastrosas consecuencias que pueden manifestarse en un futuro cercano, por el desinterés de una conciencia ambiental. Por esta razón, diversos países tomaron la iniciativa de la implementación de techos verdes como alternativa para un desarrollo sostenible y al mismo tiempo, contribuir con el logro de metas de biodiversidad. (Salas, 2017)

Con lo antes expuesto esta investigación se enfoca en la factibilidad y diseño de una vivienda usando techos verdes en el Sector de Las Casitas, Caserío Tartar Grande, Distrito Los Baños del Inca. En este sentido, la investigación permite dar un aporte importante para la aplicación y construcción de techos verdes, generando un cambio moderno y sostenible ya que verificará la factibilidad como una alternativa en construcciones públicas y privadas, en este caso el analizar si la vivienda cuenta con los parámetros estructurales adecuados para implementar este sistema evaluando si la carga del techo verde escogido cumpla con los requerimientos y conocer los beneficios de su instalación contando con áreas verdes para la salud y bienestar mejorando la calidad de vida de los habitantes. Por otro lado, se plantea que los techos verdes sean de acogida por las familias dando un uso a sus azoteas anticipando los impactos ambientales que actualmente nos encontramos, optando por un sistema alternativo que busca mejorar el medio ambiente y general un nivel de economía adicional. Asimismo, los resultados se pueden utilizar como una fuente de información.

El objetivo del presente artículo es determinar la influencia de la factibilidad para el diseño de una vivienda usando techos verdes en el Sector Las Casitas, asimismo evaluar los parámetros de diseño de una vivienda utilizando un techo verde, determinar la factibilidad de la implementación de los techos verdes a una vivienda de Sector Las Casitas. Y determinar el costo de la instalación de un techo verde en el Sector Las Casitas.

## II. METODOLOGÍA

Tipo de investigación: Es no experimental, transversal, descriptiva, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) define la investigación como no experimental cuando se observan situaciones ya existentes no provocadas intencionalmente por quien realiza la investigación, es transversal porque se recolectan los datos en un solo momento y descriptivos tal y como se manifiesta en la realidad, este trabajo de investigación se basa en

la recolección de datos y definiciones precisando las razones para poder determinar la factibilidad y diseño para la implementación de los techos verdes. Se usarán estos datos como una nueva opción para que las personas del Sector Las Casitas, puedan optar por una conciencia ambiental precisando los juicios de aprobación o rechazo que puedan tener los pobladores frente a la propuesta para la implementación del uso de techos verdes.

Métodos de muestreo: Para la selección de la muestra se dividió en dos grupos, refiriéndose a la muestra 1; empleándose un muestreo probabilístico aleatorio estratificado.

Ejecución: Se realizarán visitas, considerando como criterios de evaluación el acceso a la información por el propietario y el acceso a la vivienda, conversando con los pobladores de la zona, para obtener la información necesaria para desarrollar la investigación. Según el método de probabilidad para una población finita de 24 viviendas con un error del 10% le corresponde a una muestra de 13 viviendas, por lo tanto, de las cuales se realizarán a 13 propietarios el cuestionario para tener datos importantes de la vivienda, esta se aplicará a personas entre los 14 a 75 años, de manera aleatoria.

La muestra, para un tamaño poblacional de 24 viviendas, se obtuvo mediante la siguiente expresión matemática:

$$n = \frac{NZ^2 * pq}{d^2(N - 1) + Z^2 * pq}$$

*Ecuación 1.*

*Método de probabilidad para una población finita. (Aguilar, 2005)*

Donde:

- ✓ N = 24 (tamaño poblacional)
- ✓ p = La proporción de la población que cumple con las características utilizadas (90% = 0.90); Valor d = 0.1
- ✓ q = Proporción de la población de referencia (1-p)
- ✓ Z = Valor de la distribución normal estandarizada para un valor de confianza determinada por el investigador (1.645)
- ✓ n: Número total de la muestra.

$$n = \frac{24 * 1.645^2 * 0.90 * (1 - 0.90)}{0.1^2(24 - 1) + 1.645^2 * (1 - 0.90)} = 12.34$$

**se tomará n = 13 viviendas**

Para la muestra 2, de las 13 viviendas ocupadas que existen en el Caserío Tartar Grande, se utilizó un muestreo de tipo no probabilístico de tipo intencional que es utilizado para las viviendas. Los criterios de inclusión y exclusión considerados para la delimitación poblacional son: Viviendas ocupadas construidas hace 10 años y Viviendas con condiciones para la factibilidad del techo verde.

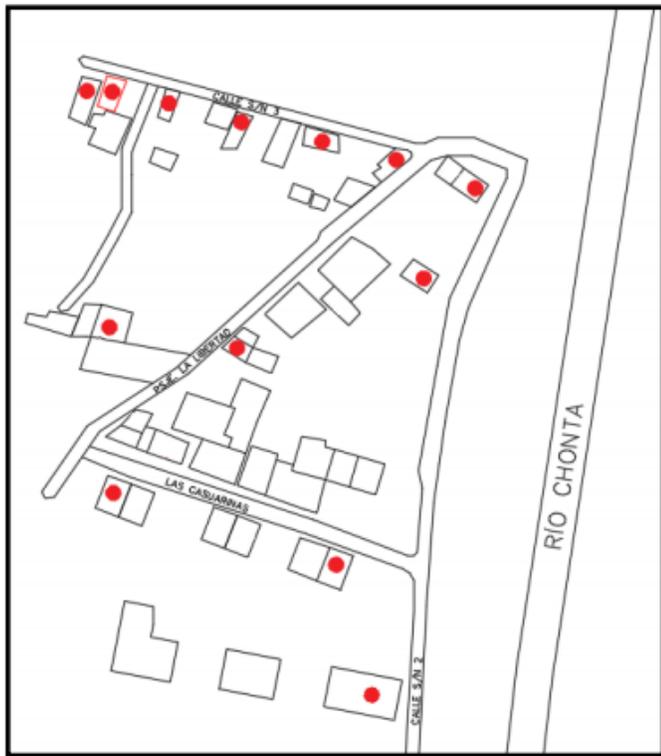


Figura 1 Viviendas encuestadas en el Sector Las Casitas.

Procesamiento de datos: Realizándose en etapas:

- a. Se realizó un cuestionario inicial a 13 personas propietarias de las viviendas que pertenecen al Sector Las Casitas, sobre los beneficios que ofrecen los Techos Verdes, realizándose una breve explicación con el objetivo que se lleva a cabo el trabajo de investigación para que la persona conozca el tema.
- b. Identificación de la vivienda y selección del tipo de techo Para esta fase, se buscó y escogió la vivienda, que tenga las características apropiadas para la implementación de techos verdes, su elección depende de la accesibilidad en cuanto a la facilidad de llegar a la vivienda y al techo de ella; así mismo que los habitantes desearan obtener la información necesaria para la implementación de un techo verde, además de su disposición de los propietarios hacia la propuesta y desarrollo del proyecto.
- c. Análisis de parámetros de las viviendas. Se identificó la vivienda unifamiliar, esta cuenta con las exigencias mínimas que se deben de cumplir según las normas técnicas, el diseño fue elaborado por el Ingeniero Civil Wilberto Linares Coba (CIP N°117544), quien brindó la información necesaria de los planos estructurales. donde se realizará el techo verde de acuerdo con el espacio de la vivienda, se evaluará según su área y su infraestructura verificando el tipo de plantas que se utilizarán comprobando si cumplen los requisitos de su instalación.

Implementación de techo verde en el Caserío Tartar Grande para su implementación en el caso del Sector Las Casitas, es esencial contar con una estructura estable como base fundamental del sistema, por lo que se recomienda comprobar el estado de la

estructura a intervenir, además de elementos que garantizan las condiciones necesarias, contrastando los cálculos del diseño para verificar la capacidad de cargas adicionales, si no cumpliera se podría tener en cuenta un reforzamiento estructural y si la construcción es nueva cumplir con todos los requerimientos.

Para su instalación se debe tener en cuenta:

- ✓ Según el tipo de estructura, se debe elegir el tipo de techo verde a construir extensivo o intensivo. La instalación de un techo verde se puede llevar a cabo en cualquier soporte (concreto reforzado, madera, elementos prefabricados de concreto, entre otros). Es preciso tener presente que se debe contar con una pendiente mínima del 5% y máxima del 40%, que no rebase la capacidad de carga admisible. (Sánchez I., 2012)
- ✓ Geomembrana impermeabilizante y barreras anti-raíz: Esta capa de impermeabilización debe instalarse uniforme y monóticamente en la totalidad del techo sin importar que tenga áreas no cubiertas por vegetación. Ayuda para evitar la humedad, haciendo que el sistema se pueda mantener seco, colocándose de manera correcta para evitar fugas. Siendo una plancha fina de plástico o caucho impermeable, usándose como revestimiento y cobertura de líquidos o sólidos. En el país las más utilizadas son Geomembrana de Policloruro de vinilo (PVC) y Geomembrana de Polietileno de alta densidad (HDPE). De no utilizarse el material recomendado se deberá tratar con un inhibidor de raíces o barreras de protección anti-raíz que garanticen la protección de la capa. Instalándose por un profesional, ya que es fundamental tener correctamente colocada la base. (Salas, 2017)
- ✓ Drenaje: Se instalan de manera continua sobre la capa de impermeabilización y bajo el área que este con vegetación y se pueden extender a las áreas perimetrales de material de filtro. Es importante que en su instalación no se obstruya el drenaje del agua lluvia. Asimismo, por su diseño se utiliza para retener una cantidad de agua, por esta razón sirve a las plantas para subsistir (Osorio, 2015)
- ✓ Barreras filtrantes o geotextiles: Es usado para resguardar la membrana en el proceso de instalación, se utiliza para dividir el sustrato de tierra del sistema drenante. Es completamente necesaria ya que si el sustrato se encharca cada vez que llueve las raíces podrían tener problemas. Se deben garantizar su instalación es todos los elementos incluidos bordes y extremos laterales. Del mismo modo funciona como segunda barrera anti-raíz. (Osorio, 2015)
- ✓ Sustrato: Se debe fabricar de acuerdo con los requerimientos de dosificación y granulometría de cada componente y para garantizar su uniformidad y distribución granulométrica homogénea se deberá mezclar en estado seco con los medios mecánicos. Este se ha logrado generar artificialmente mediante la mezcla de arena, compost, aserrín y musgo, brindando los mismos beneficios del suelo, sin la necesidad de extraer el suelo de su área natural. Su colocación y distribución será en dos capas sin compactar, cuya profundidad dependerá del tipo de techo verde y el volumen de raíces de las especies de la cobertura vegetal. (Rodríguez, 2017)

✓ Cobertura vegetal: La plantación de las especies se realizará por alguno de los siguientes medios:

- Plantación por siembra de plantas: Consiste en realizar orificios al sustrato humedecido del diámetro y profundidad de las raíces de la planta, allí se coloca la planta y se fija con el sustrato extraído. El proceso de siembra se debe realizar previendo no transitar por encima de las plantas y el sustrato debe ser protegido con tablas para transitar evitando cargas puntuales que lo desnivelen o dañen el geotextil. Las plantas deben tener un proceso previo de crecimiento de mínimo mes y medio para tener sus raíces formadas.
- Plantación por semilla: Consiste en esparcir cierto porcentaje de semillas por metro cuadrado dependiendo la especie vegetal cubriéndolas ligeramente con el sustrato. En el caso de especies con reproducción por semilla se debe instalar mallas plásticas de protección que eviten su remoción por viento o aves. El sustrato debe ser humedecido durante la siembra y el proceso de germinación. Este proceso tarda varias semanas o meses antes de que emerja la planta, dependiendo de las condiciones climáticas, de diseño y del sustrato.

✓ Mantenimiento: Es muy importante la selección de las plantas adecuadas que soporten las condiciones climatológicas, se puede reducir y simplificar el mantenimiento como es el caso de las cubiertas verdes de tipo extensivo y semi-extensivo. La transmisión de enfermedades y plagas es un tema que se necesita atención y cuidado, es por ello por lo que deben realizarse trabajos de mantenimiento entre 3 a 4 controles anuales, verificando las necesidades de riego y el desarrollo de vegetación en áreas no deseadas. (Carrera, 2011)

✓ Elementos auxiliares y protección de desagües: Se deben instalar con el fin de permitir la transición entre las áreas con cobertura vegetal, las áreas transitables y los filtros de desagües o elementos emergentes en la cubierta. Deben ser de material resistente a la intemperie y la humedad. (Duarte & Moreno, 2014)

d. Distribución arquitectónica y evaluación de los parámetros estructurales para desarrollar el sistema de Techo Verde. El lugar donde se desarrollará en el Sector Las Casitas, ubicada geográficamente, se encuentra en Latitud Sur 7°09'26.4" y Longitud Oeste 78°28'05.3" aproximadamente. La vivienda se compone de dos pisos y una azotea, siendo esta última la que se va a estudiar con mayor detenimiento para poder realizar la azotea verde, evaluando las áreas ocupadas en la azotea en este caso un tanque y un lavadero.

Se debe hacer la verificación de la estructura, para poder tener la factibilidad de implementar una azotea verde. Obteniéndose los planos estructurales y arquitectónicos para ser utilizados en el programa ETABS (Extend Tridimensional Analysis of Building System), siendo un programa para el análisis estructural y dimensionamiento de edificios, cuenta con todos los parámetros de aplicación para el análisis sísmico, tomando en cuenta el espectro de respuesta, basados en las características del territorio donde será

construida la edificación. Modelándose así la vivienda con las dimensiones dispuestas en los planos estructurales, evaluándose para ver la factibilidad.

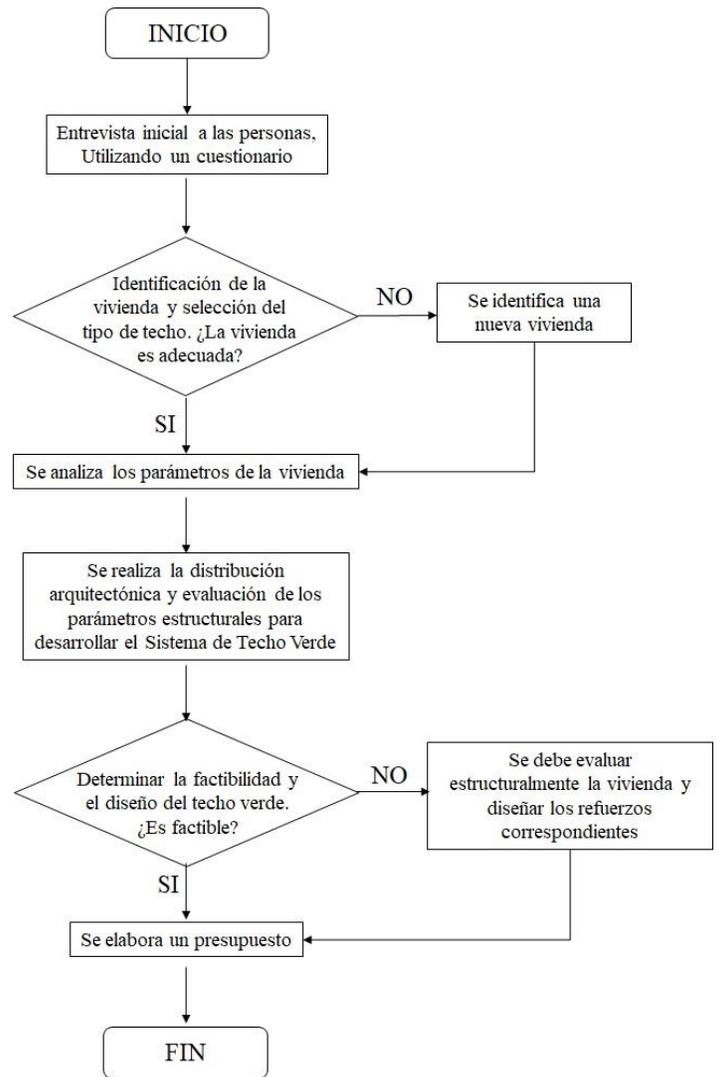


Figura 2 Procedimiento de las técnicas a utilizar.

Se escogió el Techo Verde Extensivo, siendo un tipo de techo más conocido además que lo hace favorable y adaptable a cualquier vivienda o edificación en la cual se va a instalar, las plantas deben de ser livianas, hay varios tipos de plantas a utilizar, en este caso, tenemos que tener en cuenta para escoger, la velocidad de crecimiento: plantas que pueden tener un crecimiento rápido y otras de crecimiento lento, longevidad: cuánto tiempo logran perdurar las diversas especies: meses o años, trasplante: si la planta es fácil trasladar de un lugar a otro.

Tabla 1 Plantas escogidas para el techo verde

VEGETACIÓN	
	<p><b>Lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>)</b>  <b>Características:</b> La lechuga es una planta comestible propia de las regiones semi templadas, actualmente se puede consumir todo el año. Su sabor es suave, agradable y fresco. El sabor de los cogollos es algo más intenso y amargo que el de la lechuga.  <b>Temperatura:</b> La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C.  <b>Riego:</b> Los mejores sistemas de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga son, el riego por goteo y riego por gravedad.</p>
	<p><b>Acelga (<i>Beta Vulgaris var. Cicla</i>)</b>  <b>Características:</b> Se trata de una planta bianual, de ciclo largo cuyo sistema radicular presenta una raíz bastante profunda y fibrosa que protege los nutrientes del suelo en el que es cultivada sin agotarlos.  <b>Temperatura:</b> Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C.  <b>Riego:</b> Cuando el riego se realiza por gravedad se recomiendan aportes de agua después de la plantación, a los 15-20 días y luego se establece un turno de 20 días que se irá aumentando hasta febrero y se reducirá a partir de esas fechas</p>
	<p><b>Rabanito (<i>Raphanus Sativus</i>)</b>  <b>Características:</b> Es una planta herbácea anual, de la familia de las Crucíferas, con tallo ramoso y velludo de seis a ocho decímetros de altura. Se adaptan a cualquier tipo de suelo.  <b>Temperatura:</b> La temperatura óptima de germinación se sitúa entre los 20 y 25°C.  <b>Riego:</b> El rabanito necesita de una frecuencia de riego regular, dado que el rábano es más sensible a la falta de agua que otras especies vegetales de raíz.</p>

### III. RESULTADOS

Entrevista inicial de viviendas: Se aplicó el cuestionario estructurado a 13 personas del sector Las Casitas, caserío Tartar Grande en el distrito Los Baños del Inca de modo individual, luego se procesó la información obtenida haciendo uso de Excel versión 2016 para la elaboración de gráficos, con la finalidad de ampliar y precisar razones para poder optar por la implementación del uso de techos verdes

Identificación y selección de la Vivienda: Se identificaron las viviendas existentes en el Sector Las Casitas, en esta zona, las viviendas son de uno, dos y de tres pisos. Evaluando sus características se escogió una vivienda tipo pórticos de dos pisos y una azotea.

Ubicación: El lugar donde se desarrollará en el Sector Las Casitas, ubicada geográficamente, se encuentra en Latitud Sur 7°09'26.4" y Longitud Oeste 78°28'05.3" aproximadamente.

Área de Terreno: 162.40m<sup>2</sup> - Perímetro: 67.6 m.

Condiciones Generales: El uso es destinado para vivienda, las sobrecargas empleadas para el diseño son iguales a 200kg/cm<sup>2</sup> para las losas del primer y segundo piso, también se consideró para el techo verde una carga de 200kg/m<sup>2</sup>. - La altura de los pisos

**19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology:** "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future", Buenos Aires -Argentina, July 21-23, 2021.

considerados de 2.5m - Todos los datos registrados se realizaron en Excel, y se utilizaron las normas técnicas peruanas E.060 de Concreto armado, E.030 Diseño Sismorresistente y la norma E.020 de cargas. Asimismo, se utilizó la normativa ACI 318-11. En las siguientes figuras, se muestra el primer y segundo piso de la vivienda y el modelo tridimensional.

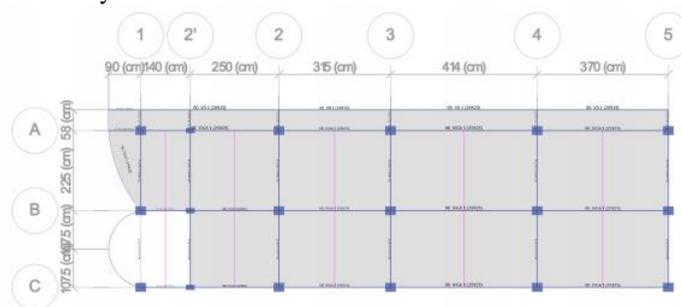


Figura 3 Primer Piso en Planta en ETABS

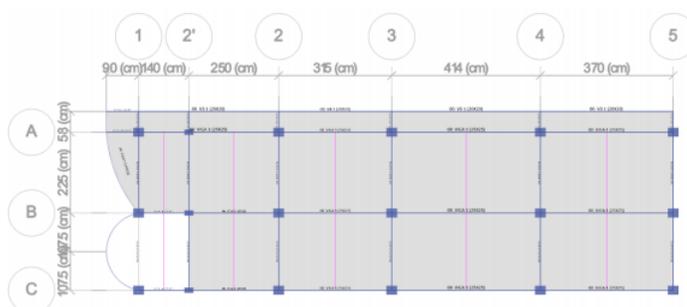


Figura 4 Segundo Piso en Planta en ETABS

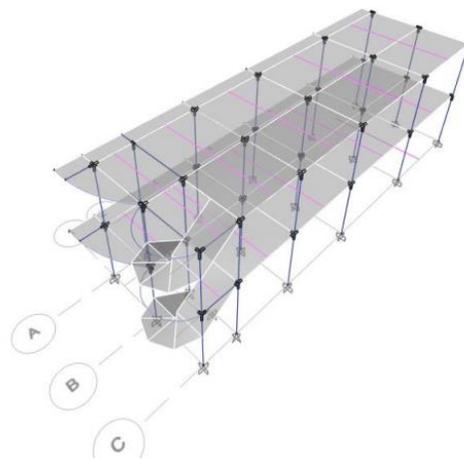


Figura 5 Modelo Estructural 3D

Se debe tener en cuenta que se deben definir los coeficientes y parámetros sísmicos de la vivienda. - Factor de Zona (Z), Cajamarca se encuentra en zona de clasificación 3, siendo el factor correspondiente 0.35 - Sistema Estructural (R), es una estructura regular de sistema Pórticos teniendo un coeficiente de 8. - Categoría de Edificación (U), es una edificación común, siendo el valor correspondiente de 1. - Factor de Suelo (S), la vivienda está construida en suelos intermedios para el cual le corresponde los siguientes valores tipo de suelo: S2, Factor de Amplificación Sísmica (C), es el factor de amplificación estructural respecto a la

aceleración en el suelo teniendo un valor de C:2.5. A partir de todos estos datos se pudo obtener el siguiente espectro de respuesta para sismo:

- Factor de Zona (Z): 0.35 (Cajamarca)
- Sistema Estructural (R): 8 (Pórticos)
- Categoría de Edificación (U): 1 (Edificación común)
- Factor de Suelo (S): S2 (suelos intermedios), Factor de Amplificación del Suelo: 1.15

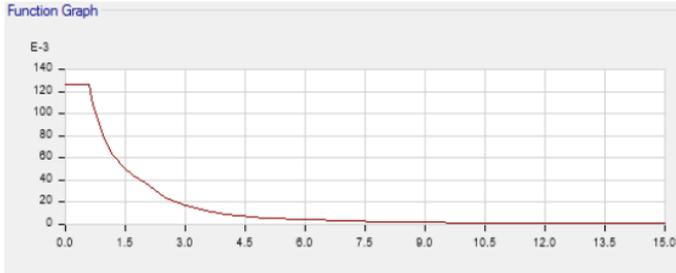


Figura 6 Espectro de Respuesta

Tabla 2 Cargas Utilizadas

PISO	Componente	Cant. /m2	kg/und	Kg/m2	Carga Parcial kg/m2	Carga Total kg/m2	Observación
CARGA MUERTA							
1º PISO	Ladrillo 30x30x15cm	8.33	9		75	200	El modelo considera el peso propio de viguetas y losa de 5.0 cm.
	Piso terminado	1		100	100		
	Cielorraso	1		25	25		
CARGA VIVA							
	Corredores y Escaleras	1		200	200	200	RNE 0.20
CARGA MUERTA - EN TECHO Y/O AZOTEA							
2º PISO	Ladrillo 30x30x15cm	8.33	9		75	300	El modelo considera el peso propio de viguetas y losa de 5.0 cm.
	Techo verde	1		200	200		
	Cielorraso	1		25	25		
CARGA VIVA TECHO							
	Techos horizontales	1		100	100	100	Techos menores 3º de inclinación.

Asimismo, podemos obtener los desplazamientos y derivas calculados por el programa ETABS, en la dirección x y en la dirección y. Teniendo en cuenta en lo establecido en la norma E30 Diseño Sismorresistente.

Tabla 3 Límites para la distorsión del entrepiso.

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
MATERIAL PREDOMINANTE	$(\Delta_i/h_{ei})$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta tabla

Tabla 4 Derivas inelásticas dirección X, Artículo 5.1 - Norma E.030

Piso	Altura	Deriva Elástica	Deriva inelástica	Deriva Limite
Piso 2	5	0.000199	0.0000398	0.007
Piso 1	2.5	0.000753	0.0003012	0.007

Tabla 5 Derivas inelásticas dirección Y, Artículo 5.1 - Norma E.030

Piso	Altura	Deriva elástica	Deriva inelástica	Deriva Limite
Piso 2	5	0.000295	0.000059	0.007
Piso 1	2.5	0.001118	0.0004472	0.007

Determinar la factibilidad y el diseño del techo verde. Luego de verificar los planos estructurales y arquitectónicos de la vivienda, mediante el software ETABS, teniendo una losa de 0.20m y teniendo una carga total de 725 kg/cm2. Se obtuvieron los desplazamientos teniendo valores en la dirección x en el primer piso es de 0.0003012 y en el segundo piso es de 0.0000398 y los desplazamientos en la dirección y, en el primer piso es de 0.0004472 y en el segundo piso es de 0.000059 siendo menores al valor límite que establece la norma E030 Diseño Sismorresistente de 0.007 para estructuras de concreto armado, siendo factible el diseño de esta vivienda.

Teniendo en cuenta las consideraciones importantes, se proponen dos alternativas para la ubicación de los espacios verdes teniendo en cuenta el drenaje existente.

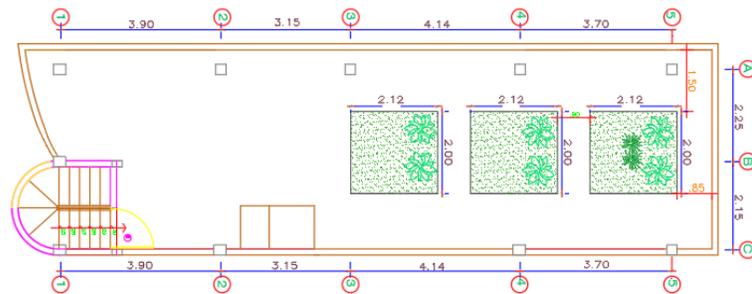


Figura 7 Plano de azotea

El plano de la azotea representa los espacios verdes que serán considerados, tratando de que se vea de forma regular los cinco espacios, tres de ellos de 2.12m x 2.00m, donde habrá espacio para poder circular en este caso de 0.85m y de 1.30m, respetando las áreas ocupadas por el propietario.

En el presupuesto de obra se ha considerado sólo el costo directo, con respecto al análisis de costos unitarios, se utilizaron los precios de los materiales cotizados en la ciudad de Cajamarca y los de la mano de obra, según los costos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Presupuesto: Noviembre - 2020

Costo Directo: ochocientos veintiocho con 37/100 nuevos soles (S/. 828.37)

Tabla 6 Costo Directo

S10 Página 1

**Presupuesto**

Presupuesto **0102004 FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA VIVIENDA USANDO TECHOS VERDES EN SECTOR LAS CASITAS, CASERÍO TARTAR GRANDE, DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, 2019**

Cliente **QUISPE URTEAGA, CLARA**

Lugar **CAJAMARCA - CAJAMARCA - LOS BAÑOS DEL INCA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>456.66</b>
01.01	<b>VARIOS</b>				<b>456.66</b>
01.01.01	MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	m2	12.72	16.80	213.70
01.01.02	CAPA DE GEOTEXTIL	m2	12.72	10.30	131.02
01.01.03	CAPA FILTRANTE	m2	12.72	8.80	111.94
02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>132.65</b>
02.01	<b>JARDIN</b>				<b>132.65</b>
02.01.01	RELLENO CON SUSTRATO	m2	12.72	8.81	112.06
02.01.02	SEMBRADO DE PLANTAS	und	1.00	20.59	20.59
03	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>239.06</b>
03.01	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				<b>165.83</b>
03.01.01	TUBERIA PVC 1 1/2"	m	7.00	23.69	165.83
03.02	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				<b>47.82</b>
03.02.01	TUBERIA PVC 1/2"	m	2.00	23.91	47.82
03.03	<b>VARIOS</b>				<b>25.41</b>
03.03.01	SISTEMA DE RIEGO CONVENCIONAL	und	1.00	25.41	25.41
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>828.37</b>

**SON: OCHOCIENTOS VEINTIOCHO Y 37/100 NUEVOS SOLES**

#### IV. DISCUSIÓN

- Se evaluó los parámetros de diseño de la vivienda utilizando el programa ETABS concluyendo que la estructura soporta una carga adicional de 725 kg/m2 siendo aceptable para columnas y vigas para el techo verde.
- Se determinó la factibilidad concluyendo que cumplen los desplazamientos siendo los valores en la dirección x son de 0.0003012 para en el primer piso y en el segundo piso de 0.0000398, así mismo los desplazamientos en la dirección y, en el primer piso son de 0.0004472 y en el segundo piso de 0.000059 siendo menores al valor límite que establece la norma E030 Diseño Sismorresistente de 0.007 para estructuras de concreto armado.
- Se determinó el costo de un sistema de techo verde extensivo, utilizando plantas propuestas como lechuga, acelga, rabanito que son aptas para ser utilizados en sistema de azotea verde, además de una tubería independiente para desagüe, siendo el costo directo ochocientos veintiocho con 37/100 nuevos soles (S/. 828.37).
- Para la instalación de un techo verde extensivo y garantizar su buen funcionamiento, es importante adquirir los insumos que cumplan con las especificaciones técnicas adecuadas y necesarias.

#### V. CONCLUSIONES

- Se evaluó los parámetros de diseño de la vivienda utilizando el programa ETABS concluyendo que la estructura soporta una carga adicional de 725 kg/m2 siendo aceptable para columnas y vigas para el techo verde.
- Se determinó la factibilidad concluyendo que cumplen los desplazamientos siendo los valores en la dirección X son de 0.0003012 para el primer piso y 0.0000398 para el segundo piso, así mismo los desplazamientos en la dirección Y para el primer piso de 0.0004472 y de 0.000059 para el segundo piso, siendo menores al valor límite que establece la norma E.030 Diseño Sismorresistente de 0.007 para estructuras de concreto armado.
- Se determinó el costo de un sistema de techo verde extensivo, utilizando plantas propuestas como lechuga, acelga, rabanito que son aptas para ser utilizados en sistema de azotea verde, además de una tubería independiente para desagüe, siendo el costo directo ochocientos veintiocho con 37/100 nuevos soles (S/. 828.37).
- Para la instalación de un techo verde extensivo y garantizar su buen funcionamiento, es importante adquirir los insumos que cumplan con las especificaciones técnicas adecuadas y necesarias.

#### VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud.
- [2] Álava, D., & Fabio, S. (2012). Plan de Acción para la inclusión de la agricultura urbana en Techos Verdes. Bogotá.
- [3] Arregui, L. (2016). El futuro de los techos verdes en la ciudad

de Buenos Aires. Buenos Aires.

- [4] Arvizu, K. (2018). Utilización del Sistema de Huertos Urbanos en Cubiertas para el mejoramiento del Confort Térmico de un espacio. Ciudad de México.
- [5] Carrera, V. (2011). La Cubierta Ajardinada. Cuenca.
- [6] Cresenciana, V. (2017). Valoración económica y ambiental de los servicios que ofrecen los techos verdes a las familias de la urbanización el Pinar – Comas, 2017". Lima.
- [7] Delgado, M. (2012). Estudio de pre-factibilidad para la gestión de un proyecto inmobiliario que implica la construcción de un edificio ecológico en Lima. Lima.
- [8] Diaz, C. (2016). Valoración Económica de Techos Verdes en Bogotá. Bogotá.
- [9] Duarte, D., & Moreno, A. (2014). Techos verdes en viviendas de Estrato 1: Aplicado al Barrio Yomasa. Colombia.
- [10] Dulce, C., & Tamariz, C. (2018). Costo de modelo de tratamiento de aguas grises domiciliarias en una vivienda unifamiliar, con fines de reutilización en inodoros 2018. Chimbote.
- [11] EcoAgricultor (2014). Obtenido de <https://www.ecoagricultor.com/>
- [12] Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2014). Política Regional de Áreas Verdes.
- [13] Gómez, D., & Teresa, G. (2013). Evaluación de impacto ambiental.
- [14] Herrera, K. (2017). Proyectos de Agricultura Urbana del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, analizados desde la perspectiva de la Educación Ambiental. Bogotá.
- [15] Ibáñez, R. (2008). Techos vivos extensivos: Una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia. Alarife Revista de Arquitectura.
- [16] Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). Programa de Prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Los Baños del Inca.
- [17] López. (2013). Naturación urbana: Cubiertas ecológicas y mejora medioambiental. Palencia.
- [18] López, C. (2010). Un acercamiento a las Cubiertas Verdes. Colombia: Ofigraf Impresores S.A.S.
- [19] Martínez, C. (2004). Valoración Económica de Áreas Verdes Urbanas de uso Público en la Comuna de la Reina. Santiago.
- [20] Morales, J. (Julio de 2016). Info Jardín. Obtenido de <https://www.infojardin.com/>
- [21] Osorio, L. (2015). Instalación de Sistemas de Techos Verdes. Guatemala.
- [22] Pérez, L. (2017). Techos Verdes, una estrategia frente al cambio climático. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 16-19.
- [23] Rodríguez, M. (2017). Propuesta de diseño de techo verde en azotea para vivienda en zona de expansión urbana en el Distrito de Nuevo Chimbote, 2017. Lima.
- [24] Saiz, S. (2015). Efecto de las Cubiertas Ajardinadas sobre el microclima urbano de verano. Madrid.
- [25] Salas, F. (2017). Propuesta de Implementación del uso de techos verdes con geomembrana importada de Estados Unidos en el Distrito de San Miguel, para cumplir con la meta de 8 de Biodiversidad de Aichi. Lima.
- [26] Sánchez, C., & Jiménez, E. (2010). La Vivienda Rural. Su complejidad y estudio en diversas disciplinas.
- [27] Sánchez, I. (2012). Manual para el diseño e instalación de una azotea verde. México.
- [28] SENAMHI - Cajamarca. (2020). Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=condiciones-climaticas>
- [29] Suarez, J. (2015). Techos verdes usos y aplicaciones como parte integral de la construcción. Lima.
- [30] Vestrella, A. (2016). Green Roofs in the mediterranean area: ecophysiological and agronomic aspects. España.
- [31] Zevallos, W., & Goñaz, E. (2016). Determinación de un sistema de costos por procesos para mejorar la rentabilidad de la empresa Panadera Oriental.