

**Villa Mi Terruño, Culebra, Puerto Rico**  
**Aplicación de Medidas de Diseño y Conservación de Energía Eléctrica**

### Introducción

El **Plan Maestro** del ante proyecto **Villa Mi Terruño** (“**VMT**”) se diseño considerando medidas sustentables de avanzada para reducir el consumo de energía eléctrica y de agua potable. La DIA-F del anteproyecto fue endosada por la Junta de Calidad Ambiental y por la Junta de Planificación al aprobar la Consulta de Ubicación. La aprobación del anteproyecto por la Junta de Planificación requiere, conforme al Plan Maestro de **Villa Mi Terruño**, que *se reserven aproximadamente 70 cuerdas del total de 104 cuerdas de la finca. La reserva propuesta y requerida del 67.3% del terreno es extraordinaria en el desarrollo de proyectos sustentables en Puerto Rico y el mundo. VMT establece un modelo nuevo de desarrollo sustentable para Culebra y Puerto Rico.*

*Villa Mi Terruño es, en efecto, un desarrollo con medidas de diseño sustentable de avanzada en solamente 33.7 cuerdas de terreno.*

La **AEE** emitió sus últimos comentarios y endoso de la Consulta de Ubicación del anteproyecto de **Villa Mi Terruño** en carta fechada 31 de octubre de 2011. En dicha comunicación la **AEE** estimó e asignó al proyecto propuesto una carga potencial de **1,350 Kvas** de la capacidad existente disponible a base de sus normas de diseño requeridas por la agencia. Este estimado de carga potencial seria equivale a un consumo de alrededor de **9 kVAs** por unidad de vivienda equivalente y *excede por 783%* el consumo real promedio de viviendas en Culebra de **1.15 kVAs** por unidades de viviendas residenciales (hogares) y turísticas. [Véase próximo párrafo] El proponente mantiene al corriente este endoso.

### Resumen Ejecutivo del Consumo de Energía Eléctrica:

#### Resumen del Consumo de Energía Eléctrica en Culebra

Vamos a resumir a continuación como introducción el consumo real de electricidad en Culebra al 2010 y el consumo real estimado de **VMT**. En secciones que se presentan más adelante el lector podrá examinar y considerar mas detalles de los fundamentos de las conclusiones.

Según la **AEE** el *consumo diario promedio de energía eléctrico en Culebra para uso residencial, comercial e industrial-institucional a Junio del 2010 de la carga conectada al sistema eléctrico con una capacidad de 4,000 kVAs instalado de la AEE en Culebra era de solamente 2,200 kVAs. Esto es una reducción de una demanda de 2,670 kVAs en el 2 000 a una demanda de 2,200 kVAs o de 470 kVAs significativamente menos o del 18.6 % en el consumo diario de energía eléctrica en Culebra durante los últimos diez años.*

*El consumo de energía eléctrica se dividió en un 55.5% para el sector comercial y 42.5% para el sector residencial para el año fiscal que terminó en junio de 2010. El 42.5% de la carga conectada de 2,200 kVAs en Culebra para usos de viviendas residenciales y turísticas equivale a 935 kVAs o una carga*

conectada de 1.41 kVAs por unidad si solo existieran los 665 hogares reportados en los seis barrios de Culebra en el Censo de EE.UU de 2009. Además de estos 665 **hogares**, existen otras unidades de viviendas residenciales turísticas en **Culebra** que sus dueños no ocupan como su residencia principal e hogar. Si estimamos que hay aproximadamente 150 viviendas turísticas, existen un total de 815 de hogares regulares de familia y viviendas secundarias o turísticas en **Culebra**. **Por lo tanto el consumo promedio de energía eléctrica por unidad de hogares de 1.41kVAs en Culebra se reduce aun más a 1.15 kVAs por unidad.**

Considerando (i) el crecimiento limitado de 81 viviendas nuevas aprobadas por la Junta de Planificación mediante Consultas de Ubicación durante los últimos 34 años, y (ii) la reducción de 34 hogares en Culebra durante los últimos 10 años hasta el 2011, según datos del censo de hogares, existe capacidad en Culebra para suplir demanda futura por los próximos 25 años. El aumento real en demanda, el desarrollo gradual a lo largo de 15 años del anteproyecto de Villa MI Terruño y el consumo real de 1.15 kVAs promedio por año por hogares y viviendas turísticas en Culebra no afectara la capacidad del sistema por ser de carga gradual y reducida por diseño,

Esto no considera las nuevas instalaciones de energía y alumbrado público de fuentes alternas de fotovoltaicos que están ocurriendo en Culebra y la instalación de alumbrado eficiente y equipo de consumo eficiente. La infraestructura de energía eléctrica instalada en la Isla de Culebra tiene capacidad suficiente para las cargas actuales y el consumo de un crecimiento normal. Si consideramos la reducción de hogares de un 5% durante los últimos diez y el hecho que muy pocos anteproyectos han sido aprobados para viviendas nuevas y los aprobados no se están desarrollando, la demanda para electricidad está relativamente estática. Solamente **11 proyectos públicos y privados** o el 44% fueron aprobadas por la **Junta de Planificación** para **Culebra** versus 50 o el 76% en Vieques en los últimos 10 años.

#### Resumen del Estimado de Consumo del Anteproyecto VMT:

Se estima poder reducir el uso de la carga conectada o demanda estimada de **1,350 Kvas** y que el impacto real del proyecto sobre carga estimada conectada a la infraestructura eléctrica será de una demanda real estimada de **aproximadamente 540 kvas después de reducir el consumo efectivo por el 60% o 810 kVAs utilizando las medidas de conservación, calentadores solares y equipo y alumbrado de consumo eficiente. Estos 540 Kvas de demanda real estimada es previo** a la consideración de estrategias de **diseño arquitectónico sustentable** uso de estrategias de **diseño climático pasivo arquitectónico**, que se estima reducirían la carga real por otro **20%**, antes de implementar tecnologías de energía renovable y fotovoltaica y considerar la realidad de ocupación ocasional o parcial como segundas residencias y facilidades turísticas. Al medir el impacto en la demanda conectada y el consumo real de electricidad del proyecto propuesto VMT sobre la infraestructura, tomando en consideración el uso de **diseño arquitectónico sustentable** y el uso de **diseño climático pasivo arquitectónico sustentable** para zona de altas temperaturas y humedad, se estima que se reduzca por un 20% adicional o 270 kVAs el consumo real de energía sobre la infraestructura eléctrica. El impacto real resultante

del proyecto sobre carga estimada conectada a la infraestructura eléctrica se reduce potencialmente de 540 kvas a 270 kVAs.

En conjunto se reduce efectivamente la carga en la infraestructura de Culebra en un factor no menor de 80% o 1,080 kVAs a 270 kVAs. Aquí todavía no se ha considerado la implementación de tecnologías de energía alterna renovable y fotovoltaica dentro del anteproyecto Villa Mí Terruño que propiciarán reducciones adicionales al consumo eléctrico.

En resumen el estudio concluye que el cómputo de carga real de consumo residual está estimada de **270 kVAs** para el anteproyecto de VMT. Hay que adicionalmente restarle 4 viviendas ya construidas, que están consumiendo energía en Culebra. Dichas unidades tienen una carga o demanda equivalente de aproximadamente **32 kVAs** lo que reduce aun más el consumo efectivo potencial neto incremental a **238 kVAs**. Con estas medidas y sustitución de uso se logra poder reducir potencialmente la carga en la infraestructura en un factor no menor de 82% o 1,112 kVAs. A base de 238kVAs y considerando que una vez desarrollado en 15 años VMT sus 150 unidades equivalentes incluyendo las facilidades turísticas, la carga real promedio de VMT sería de 1.59 kVAs por unidad.

Estos **238kVAs** de carga neta potencial a conectarse a la infraestructura eléctrica que representa menos del 6% de capacidad instalada hoy 2012 de 4000 kVAs en Culebra de la AEE, tardara algunos 15 años para materializarse en su totalidad y dicha demanda está no solamente está dentro de la capacidad disponible hoy en Culebra según se determino repetidamente por la AEE en sus cartas de endosos del anteproyecto pero sería en efecto menor al contemplar las mejoras futuros del sistema de la AEE por la agencia.

La demanda real para la adquisición de viviendas turísticas en **Culebra** es limitada. Las viviendas y las otras facilidades turísticas no estarán ocupadas a tiempo completo como el hogar residencial típico de las normas de diseño. Se estima la desocupación por lo menos por la mitad del año y que no todas las casas se estarían utilizando a la vez por sus distintos dueños. Esto reduce adicionalmente el consumo real efectivo del ante proyecto de Villa Mi Terruño.

Primero vamos a definir más claramente los conceptos de consumo eléctrico (capacidad instalada, demanda potencial y consumo real) que estamos comentando:

La (i.) **demanda**, (ii.) **capacidad instalada** y el (iii.) **consumo real de electricidad** son conceptos de fácil confusión. La **capacidad** de un sistema, una subestación, un generador o una batería se mide en kilovoltios amperes (“amps kVAs”), kilos (o unidades de 1,000), que es el resultado multiplicar el voltaje (una unidad para medir la fuerza electro motiva que mueve el flujo de electrones a través de un conductor eléctrico) por los amperes (una unidad para medir el numero de electrones que pasan a través de un punto del conductor en un segundo) de un equipo eléctrico. El consumo se mide en miles

(1.000) de horas de kilowatts (“kWhs”). El watt, la medida de la fuerza de la electricidad, equivale al resultado de multiplicar el voltaje por los amperes.

Una bombilla incandescente que consume 40 watts a un voltaje de 120 voltios requiere .333 amperes de energía para encender. Una planta o generador de emergencia de **40 kW** o cuarenta kilowatts produce o tiene una capacidad de 40,000 watts de energía eléctrica que permitirían conectar a la vez, a una corriente de 120 voltios, una carga para encender 1,000 bombillas de 40 watts. Las mil bombillas conectadas al sistema eléctrico, pero apagadas, no consumen nada pero tienen una demanda potencial de 40,000 watts por estar conectadas al sistema del generador o de la AEE. El consumo, si se encienden todas las bombillas a la vez por una hora, es de 40 kWhs o cuarenta kilowatts horas. No todas las bombillas de todas las viviendas se encienden a la vez. Se mide el consumo individual de cada casa.

En resumen, los sistemas eléctricos tienen una capacidad disponible determinada de energía que permiten se conecte y consuma a la vez una carga que no exceda la capacidad de su instalación y sistema de abasto para que la carga o demanda una vez conectada. Al prender el interruptor y empezar a consumir la energía disponible, se prende y comienza operar el equipo. La electricidad se mide en kilowatts consumidos en una hora. El consumo se mide y se vende por la **AEE** en **kWhs** y se factura mensualmente. Nadie enciende todas las luces o equipo eléctrico a la vez en su casa, negocio o facilidad turística por lo que se aplica un factor de merma de consumo simultáneo real a la carga conectada que es mayor mientras más unidades se conecten a la capacidad disponible del sistema eléctrico.

En Estados Unidos se estima que cuatro personas ocupando una residencia permanente de 2,000 a 2,500 pies cuadrados, sin aplicar métodos modernos de conservación y equipo de consumo eficiente o de ocupación ocasional turística, consumen **11,782 kWhs al año**. (Véase, Stoyke, Godo, Home Energy Handbook, 2007, p144) o aproximadamente **2,000 kWhs por mes o 32 kilowatts-horas promedio por día, que es de aproximadamente equivalente a 1.6 kVAs de demanda y consumo efectivo contra la capacidad instalada, a base de 12 horas de consumo diario**. Si la familia cierra la casa cuando se va de vacaciones o regresa ahogar de su residencia turística y no utiliza energía eléctrica apagando hasta la nevera y calentador, la casa no consumió energía eléctrica ese mes, y la factura debe de estar en cero. La vivienda no uso su demanda estimada conectada de consumo del sistema, alimentador o subestación.

El consumo de electricidad anual de una casa con sistema de calefacción de petróleo o gas en el noreste de Estados Unidos para el 2007 de acuerdo al Departamento de Energía de Estados Unidos “USDE” era de aproximadamente 12% para aire acondicionado, 11% para neveras y congelador, 16% para alumbrado, 7% para la lavadora y secadora y 16% para la estufa, las tostadoras o hornos de mesa, microondas, cafeteras y otro equipo de cocina, 8% para televisores, computadoras, equipo de música y motores, 10% para equipo misceláneo y 16 % para el calentador de agua.

Sin embargo, un estudio del NAHB Research Center, Inc., del **2001 para el estado de Florida**, que cuenta con un clima húmedo y caliente como Puerto Rico pero refrescando en invierno y de noche, estima que hasta el **40%** de la energía se usa para aire acondicionado y el **20%** para los calentadores o sea el **60% del consumo** está en estos dos usos solamente. Cada año se adelanta más la eficiencia de consumo real de energía de alumbrado y equipo al considerar **nueva tecnología de avanzada que permite reducir la carga conectada y el consumo real.**

**La demanda estimada de energía eléctrica de un proyecto** de residencias, facilidades turísticas, almacén de mantenimiento y una área de dos o tres tienditas pequeñas para servir las facilidades turísticas como propone **VMT** que se describe en los **Memoriales Explicativo de la Consulta de Ubicación y las DIA-P y DIA-F**, se informa y calcula según los datos suplidos por los consultores del desarrollador. Los arquitectos y consultores de **VMT vienen obligados en los documentos oficiales de permisosología a estimar e informar el consumo eléctrico del ante proyecto usando** las Normas de Diseños de Proyectos de la AEE. Esta normas de estimado de consumo de la AEE que incorporan en su totalidad los estimados de demanda del “National Electrical Code” (“NEC”) establecido para instalaciones eléctricas y patrones de demanda y consumo de los Estados Unidos con condiciones climatológicas distintas. **El computo de la demanda reglamentaria de las normas obligatorias para VMT en Culebra, Puerto Rico, basadas la demanda y consumo de los Estados Unidos no guardan realidad con la demanda y consumo de el clima caliente, húmedo y estacional de hogares en ocupados por sus familias todo el año en Puerto Rico. Basado en estas normas obligatoria el consumo estimado de VMT,** se estimó originalmente al redactarse la primera DIA-P, en el **2004** en **9 kVA** para viviendas de cinco habitaciones y **7 kVA** para viviendas de tres o dos habitaciones. La carga inicial para los paradores y campamento se estimo en **400 a 750 kVA**. El anteproyecto se redujo dos veces al momento de la redaccion de la segunda DIA-P en el 2007 y la DIA-F del anteproyecto final aprobado en el 2011.

#### Aclaración de Estimados de DIA - P y DIA - F de VMT:

Los **Memoriales Explicativos** originales **de la Consulta de Ubicación de VMT** estimaron la carga en **1,139 kVAs en el 2005 y 2007**. Kilovattios amperes (“kVAs”) es una medida de demanda potencial a la capacidad instalada de los sistemas de la AEE. La **Guías de Diseño de la AEE** que por referencia incorporan el NEC no consideran la reducción significativa de demanda y consumo cuando se aplica la tecnología moderna de energía alterna de fotovoltaicos o de los calentadores solares ni la compra e instalación de alumbrado y equipo eficiente de bajo consumo energético. Tampoco da crédito por desocupación o el uso estacional de facilidades turísticas y segundas residencias o casas veraniegas en un desarrollo planificado. Dichas facilidades de hogares segundos o viviendas turísticas no se ocupan durante todo el año, **ni todas a la misma vez**, por no constituir el hogar principal de una familia. Las normas no permiten ni proveen guías o modelos **para tomar una deducción o crédito por la reducción de demanda real del diseño sustentable del siglo 21.** Están basadas en casas de concreto usadas como residencias principales en urbanizaciones de alta densidad con pobre ventilación.

En la **DIA-P del 25 de octubre del 2007** se informó la demanda obligatoria de acuerdo a las normas de la **AEE** según estimada por los consultores o ingenieros eléctricos de **VMT en 1,646 kVAs cuando el proyecto aun contemplaba 135 unidades de vivienda residencial y aclarando que dicho estimado estaba ligado estrictamente a los parámetros regulatorios de diseño provisto por la AEE** sin considerar las medidas de conservación de energía del anteproyecto o la ocupación ocasional o parcial como residencia turística. El último cómputo de la **DIA-F del 9 de julio del 2010, con el proyecto reducido a 110 unidades, se mantuvo al mismo estimado obligatorio de 1,646 kVAs pero se detalló que la acción propuesta tenía un demanda potencial reducida a 1,350 kVAs según se estableció por carta la AEE.**

La última demanda estimada de **1,350 kVAs** de la acción propuesta en la **DIA-F** está estrictamente ligado a los parámetros de diseño provistos por la **AEE**. Estos parámetros de diseño y operación además de estar basados en otros climas de norte América pretenden dar un margen de seguridad y amplitud al sistema para asegurar la estabilidad y poder depender en su capacidad de operación. Los parámetros de diseño provistos por la **AEE** son obligatorios al describir demanda y solicitar endosos en Puerto Rico y no contempla las nuevas prácticas, sistemas de alumbrado y equipo de consumo eléctrico que reducen sustancialmente el consumo. Igualmente no consideran la aplicación de energía alterna como en los calentadores solares y, energía fotovoltaica y eólica. *Sin embargo, para propósitos de la evaluación del impacto real neto del anteproyecto propuesto sobre la infraestructura instalada, es necesario tomar en consideración las medidas de generación y conservación que serán incorporadas dentro del diseño final del proyecto según se describe en e la sección anterior.*

Se aclaro conservadoramente en la **DIA-F** que al implementarse las medidas de conservación se reduciría efectivamente la carga en la infraestructura **en un factor no menor de 50%**, que no se tomaba en consideración las medidas de diseño sustentable pasivo arquitectónico, la ocupación ocasional o parcial como residencia turística ni la instalación de tecnologías de energía alternas. Se estimó que con implementar las medidas de conservación, la demanda o el impacto real del proyecto sobre la infraestructura eléctrica se reduciría por **aproximadamente 820 kVAs [de los 1,646 kVAs de consumo estimados originalmente para la AEE usando las normas de diseño] o un 50% a 820 Kvas usando el computo del modelo regulatorio.**

Como cuestión de hecho 4 de las 110 viviendas proyectadas ya están construidas y están consumen energía en **Culebra** con una demanda equivalente a base de las normas de aproximadamente **6.71 kVAs por unidad o de 27 kVAs para las cuatro unidades. Dicho consumo actual reduce la demanda** potencial neta incremental a **793 KVAs** antes de tomar en consideración las medidas de diseño sustentable pasivo arquitectónico del anteproyecto y su ocupación ocasional o parcial como residencia turística e instalaciones de energía alterna.

Esto consumo estimado a base de las normas obligatorias de diseño de la **DIA-F de 820 Kvas** **es el computo conservador obligado por las normas y no el computo del consumo real estimado usando el modelo específico de diseño sustentable de avanzada de VMT** que se resume en las pagina 2 y 3 al principio de estos comentarios y se discute en detalla en las páginas 7,8 y 9 sobre el consumo de energía real donde se estima la demanda real en **238 KVA**s

### Estrategias de Diseño Sustentable de Energía Eléctrica de Villa Mi Terruño

La **DIA-F** señaló que la acción propuesta tendría una demanda potencial o carga máxima conectada de **1,350 kVAs** a base del cálculo de la **AEE** en la comunicación de endoso fechada 1 de junio de 2009. Este estimado requerido por la **AEE** está directamente ligado a los parámetros de diseño que se establecieron hace años para los Estados Unidos cuando no existían o se usaban calentadores solares, iluminación, equipos eficientes y fuentes de energía alterna. Los mismos se basan en el NEC que se estableció para regular la instalación de sistemas de electricidad en Estados Unidos continental. Dicha instalaciones operan en un clima estacional distinto con inviernos fríos y veranos caliente y con temperaturas y humedades distintas a las de Puerto Rico. Hasta en Florida hay temporadas durante el invierno con temperaturas nocturnas alrededor de los 70° F que no requiere el uso de aire acondicionado. Las mismas velan primordialmente por un sistema seguro de capacidad y distribución de energía eléctrica con márgenes de seguridad incluyendo seguridad para evitar fuegos dentro de una vivienda típica de madera u otros usos en Estados Unidos. La base de consumo de viviendas del NEC no se ha modificado desde que establecieron un consumo típico del 1959 en Estados Unidos, mucho antes del desarrollo de tecnología y equipo nuevo más eficiente en el consumo de energía. Para Puerto Rico nunca se han desarrollado patrones o estimados de consumo como es aconsejable. Por lo tanto los estimados de consumo para diseño en Puerto Rico no son coherentes a la demanda instalada y consumo de una isla tropical.

El lector tiene que diferenciar sobre la **carga conectada, la capacidad del sistema energético disponible** que en Culebra es de **4000 kVAs** y **el uso actual o consumo real de electricidad kWhs** que se mide por el metro de luz y es lo que afecta el costo al consumidor y mide el uso real de energía eléctrica cuando la vivienda o facilidad está en uso. Para fines de la evaluación del (i) **impacto real** del proyecto propuesto de **VMT** sobre la infraestructura eléctrica disponible en Culebra, (ii) la carga a conectarse al sistema y (iii) el consumo real resultante de energía eléctrica al desarrollarse por las etapas anuales de construcción y al finalizarse el desarrollo total, es necesario considerar las medidas de conservación de energía a ser incorporadas en el diseño final del proyecto según establecidas por las **Normas y Guías de Diseño Eléctrico para VMT**, entre las cuales se encuentran las siguientes:

1. Uso de **calentadores solares, que reducen en un 30% a 33% la carga y consumo estimado;**

2. **Uso de lámparas fluorescentes y otras luminarias eficientes, que además de reducir** la carga y consumo de energía de la lámpara incandescente típica de 75 watts a 26 o 21 watts **equivale a reducir un 66% de la carga y consumo eléctrica del alumbrado**, también **reduce la generación de calor al espacio interior o energía radiante de .952 btu/h/pc,fc a .234 952 btu/h/pc,fc**, [Véase, Brown & Dekay, Sun, Wind & Light, 2001 p.47] o sea **una reducción del 75% como fuente de generación de calor termal;**
3. **Uso de enseres de alta eficiencia energética, que reducen conservadoramente en conjunto en un 20% en la carga y consumo; (Enseres que gozan de un “Energy Star Rating” logran reducir el consumo eléctrico mandatorio establecido en Estados Unidos por el Departamento de Energía entre el 20% al 53% en el casos de refrigeradores, en el 41% al 147% en el caso de lavadoras de plato y en el 37% al 121% en el caso de lavadoras de ropa. (Véase, Chiras, Dan, Power from the Sun, 2009, p.76))**
4. Instalación de abanicos y extractores para mejorar el confort de los residentes sin necesidad de aire acondicionado constante. Abanicos localizados como los de techo o de piso oscilando no remueven calor pero proveen refrescamiento de convección a la persona mediante el aumento de transpiración. Sin embargo, abanicos y extractores que crean columnas y movimiento de viento de 100 a 150 pies por minuto crean un efecto de enfriamiento **reduciendo la temperatura del aire por 4 grados a la vez que extiende la zona de confortabilidad**. [Véase, Brown & Dekay, SW&L, 2001, p.287] }
5. Uso de alumbrado solar y la instalación de colectores solares para suplementar las fuentes y usos de energía y reducir la dependencia en energía eléctrica generada de derivados de petróleo o gas licuado.

Se estima que las medidas de conservación de **VMT**, entre las que se encuentran el uso de calentadores solares, que reducen el consumo de energía y de la carga conectada **por un 30%**, uso de lámparas fluorescentes y LEDs, que reducen el consumo total de la vivienda de energía y de la carga conectada **por un 12%** y el uso de enseres de alta eficiencia energética, que reducen el consumo de energía y de la carga conectada **por un 20%**, logren reducir por **60%** efectivamente la carga en la infraestructura eléctrica de Culebra **en un factor no menor de 60% o 810 kVAs**. De este modo, se estima poder reducir el uso de la carga conectada o demanda estimada de **1,350 kVAs** y que el impacto real del proyecto sobre carga estimada conectada a la infraestructura eléctrica será de una demanda real estimada en **aproximadamente 540 kvas previo** a la consideración de estrategias de **diseño arquitectónico sustentable** uso de estrategias de **diseño climático pasivo arquitectónico**, la implementación de tecnologías de energía renovable y fotovoltaica y la realidad de ocupación ocasional o parcial como segundas residencias y facilidades turísticas. Una vez implementadas estas otras estrategias de diseño, producción de energía y uso, la demanda efectiva y el consumo de energía eléctrica que mida el metro de luz se reducirá aun más.

Como proyecto modelo sustentable de diseño avanzado la evaluación de impacto del consumo real de electricidad del proyecto sobre la infraestructura tiene que considerar el uso de estrategias de **diseño arquitectónico sustentable** y el uso de estrategias de **diseño climático pasivo arquitectónico** sustentable para zona de altas temperaturas y humedad que serán incorporadas al diseño final del proyecto. Entre estas se encuentran las siguientes **Normas y Guías de Diseño Energético y Eléctrico para VMT**:

6. **Localización o orientación de la vivienda cara al arco estacional de la radiación solar y uso de árboles y vegetación para aminorar la irradiación solar** sobre las unidades de vivienda y sus elementos;
7. Uso de **diseño arquitectónico sustentable para zona de altas temperaturas y humedad para insular los techos y paredes evitando excesivo calentamiento y la transmisión y acumulación de calor a través de la radiación solar** {La radiación solar el Puerto Rico es ideal para instalaciones de energía alterna por fotovoltaicos y fluctúa entre 404 btu/pc/día en enero a 636 btu/pc/día en junio, [Véase, Brown & Dekay, SW&L p.331]} para reducir la temperatura interior, mejorar el confort de los residentes sin aire acondicionado constante,
8. Uso de **diseño climático pasivo arquitectónico sustentable para zona de altas temperaturas y humedad para aumentar las áreas sombreadas e impedir la acumulación excesiva de calor mediante el bloqueo de la radiación solar directa y la radiación indirecta difundida a las paredes, ventanas y aéreas interiores y reducir la retransmisión y acumulación de calor por medio de energía térmica** generada por las superficies calentadas excesivamente mediante el uso de cubiertas, toldos, cortinas, aleros, pérgolas, pasillos y galerías cubiertas para mejorar el confort de los residentes sin aire acondicionado constante,
9. el uso de **diseño climático pasivo arquitectónico sustentable para zona de altas temperaturas y humedad para crear chimeneas, columnas y flujos cruzados de ventilación mediante la localización estratégica de la estructuras** para que se beneficien de los flujos de aire refrescantes prevalecientes de la ensenada y mediante el uso de toldos, y paredes direccionales o alas que dirijan y capturen el viento, patios interiores, aleros, chimeneas de ventilación natural, pasillos y galerías cubiertas **para inducir corrientes de aire de ventilación natural, permitir la renovación del aire y desplazar y remover la acumulación de las masas caliente de aire de la vivienda hacia el exterior** para mejorar el confort de los residentes sin necesidad de aire acondicionado constante.

**En resumen, al medir el impacto en la demanda conectada y el consumo real de electricidad del proyecto sostenible modelo propuesto por VMT sobre la infraestructura, tomando en consideración el uso de diseño arquitectónico sustentable y el uso de diseño climático pasivo arquitectónico sustentable para**

zona de altas temperaturas y humedad, se estima que se reduzca el consumo de energía y de la carga conectada sobre la infraestructura eléctrica por un 20% adicional. De este modo, se estima una reducción del estimado de la carga normativa a conectarse estimada originalmente en 1,350 Kvas por 270 kVAs adicionales, con un impacto real resultante del proyecto sobre carga estimada conectada a la infraestructura eléctrica se reduce potencialmente de 540 kvas a 270 kVAs. En conjunto se propone diseñar para reducir efectivamente la carga y consumo real en la infraestructura de Culebra en un factor no menor de 80% equivalente a una reducción de 1,080 kVAs a 270 kVAs al final de los 15 años proyectados de desarrollo. Aquí todavía no hemos considerado la implementación de tecnologías de energía alterna renovable y fotovoltaica.

A este computo de carga residual estimada hay que adicionalmente restarle 4 viviendas ya construidas, que están consumiendo energía en Culebra. Dichas unidades tienen una carga o demanda equivalente de aproximadamente **32 kVAs de la base de 1,350 kVAs** del anteproyecto lo que reduce aun más el consumo efectivo potencial neto incremental a **238 kVAs**. Con estas medidas y sustitución de uso se logra poder reducir potencialmente la carga en la infraestructura en un factor no menor de 82% o 1,112 kVAs.

Esto **238kVAs de carga** neta potencial a conectarse a la infraestructura eléctrica, a lo largo de 15 años de desarrollo, representa **menos del 6% de capacidad instalada hoy 2012 de 4000 kVAs en Culebra de la AEE, tardara algunos 15 años para materializarse en su totalidad y dicha demanda está no solamente está dentro de la capacidad disponible hoy en Culebra según se determino por la AEE pero sería en por ciento mucho menor al tomar en consideración las mejoras futuros del sistema de la AEE en los próximos 15 años. Ya en el 2012 se esta mejorando y ampliando la capacidad de generación de las plantas de emergencia para suplir 6,000kVAs.**

Nuevamente debemos recordar que residencias secundarias o viviendas turísticas que no estarán ocupadas a tiempo completo como hogar. Se estima la desocupación por lo menos por la mitad del año y que no todas las casas se estarían utilizando a la vez por sus distintos dueños. Esto reduce adicionalmente el consumo real efectivo del ante proyecto de Villa Mi Terruño.

Las **Normas y Guías de Diseño Eléctrico para VMT** disponen además la instalación de colectores solares para suplementar las fuentes y usos de energía alterna. Una Estas medidas aun con una instalación relativamente moderada de colectores fotovoltaicos para producir de uno a tres kilowatts reducirían además el consumo residual de energía eléctrica normal de una vivienda sin el beneficio de esta tecnología avanzada por **más del 20% al 30% y dependiendo de la capacidad y eficiencia de la instalación de los colectores** fotovoltaicos y podrían logra hasta la autosuficiencia.

Una vez se implemente la instalación en un futuro de **una nueva subestación de 10,500kva planificada por la AEE para sustituir la existente, la carga y el consumo 15 años en el futuro de VMT representaría menos del dos punto dos (2.2%) por ciento de dicha futura capacidad a instalarse en Culebra.**

**Esta demanda potencial a la infraestructura de Culebra no contempla la reducción adicional a la capacidad instalada y consumo por motivo de la aplicación de medidas sustentable de conservación y consumo y la instalación de colectores solares para suplementar las fuentes y usos de energía por usuarios y terceras personas para reducir su consumo y costo de energía.**

### **EL Sistema Energético y Capacidad de Energía Eléctrica de la AEE en Culebra:**

*El sistema de energía eléctrica de la Isla de Culebra está conectado a Vieques mediante un cable submarino de transmisión de 38kv, calibre #4/0 cobre. Este cable submarino está conectado en el lado norte de Vieques desde la subestación 2501 que recibe la energía por transmisión aérea, una línea dentro de Vieques y por cable submarino de la Isla de Puerto Rico a Vieques. De la Subestación 2501 sale un cable submarino de transmisión de 38kv que se extiende en dirección norte a lo largo de la Cuenca de Vieques del Mar Caribe hacia Culebra a la subestación receptora del cable submarino por la Playa Cascajo detrás de Punta Maguey en el sector de Dátiles del Barrio Playas Sardinas II. De la Subestación de entrada del Sector de Dátiles discurre una línea de transmisión de 38kv calibre #1/0 ACSR por el lado oeste de la Isla cerca de Playa Sardinas conectando a la Subestación 3801 de distribución en Culebra.*

*Desde la subestación 3801 al lado del parque de beisbol se distribuye la energía eléctrica a los usuarios comerciales, agencias públicas y residentes a través de líneas de distribución aéreas a un voltaje de 4.16 kVAs y de 2.4 kVAs. En la isla de Culebra hay cuatro generadores de electricidad de emergencia: 1 de 250 Kva., 1 de 312 Kva. y dos de 750 Kva. para una capacidad total instalada de 2,112 KVAs. A mayo de 2012 se habían comenzado los trabajos para sustituir las misma con un nuevo modulo de 6,000 kVAs totales como mejoras al sistema.*

*Actualmente, Culebra tiene una subestación con una capacidad de distribución de **4,000 kVAs**, la cual **para principios del año 2000 tenía una carga conectada de 2,670 kVAs o el 66.75% de la capacidad instalada** para uso residencial, comercial e industrial/institucional. La carga se ha reducido por el cierre de la fábrica de Fomento [R.D. Medical] que reduce la carga por 750 kVAs a una carga conectada estimada de **1,920 kVAs al 2000** y otras reducciones en demanda y consumo y se aumenta por la apertura de la escuela primaria ecológica que se supe un 60% de su carga y consumo con una instalación fotovoltaica de energía altera. Según se detalla en **Plan Maestro Para el Desarrollo Sustentable de Culebra** para el año 2000 **“al presente, el consumo de energía eléctrica en Culebra asciende a 1,500 kVAs., por lo que existía al año 2000 una capacidad instalada o margen de crecimiento de energía eléctrica de sobre 2,500 kVAs para futuro consumo.”***

***Diez años más tarde, a junio del 2010, según la AEE la carga conectada al 2010 era de 2,200 kVAs para uso residencial, comercial e industrial-institucional. La demanda real del 2010 de 2200kVAs ya considera la reducción por el cierre de R.D, Medical y la apertura de la escuela ecológica. Ocurrió una reducción neta de 2,670 kVAs al año 2000 a 2,200 kVAs al 2010 o de 470 kVAs o el 18.6 % en el consumo diario de energía eléctrica en Culebra durante los últimos diez años. El consumo de energía eléctrica del 2010 se dividía en un 55.5% para el sector comercial y 42.5% para el sector residencial.***

***El 42.5% de la carga conectada de 2,200 kVAs en Culebra para usos de viviendas residenciales y turísticas equivale a 935 kVAs o una carga conectada de 1.41 kVAs por unidad si solo existieran los 665 hogares reportados en los seis barrios de Culebra en el Censo de EE.UU de 2009. No debe pasar desapercibido que el número de hogares en Culebra se redujo de 699 en el 2000 a 665 hogares en el 2009, una reducción de 34 hogares o casi un 5% del universo existente de viviendas que constituían hogares en el año 2000. Un hogar está constituido por los ocupantes de una vivienda como su residencia principal.***

Además de estos 665 **hogares**, existen otras unidades de viviendas en Culebra que sus dueños no ocupan como su residencia principal. Si estimamos que en Culebra hay aproximadamente 150 viviendas turísticas, y por lo tanto existen un total de 815 de hogares regulares de familia y viviendas secundarias o turísticas. **El consumo de kVAs por unidad de hogares de 1.41kVAs promedio en Culebra se reduce aun más a 1.15 kVAs por unidad al considerar ekl universo total estimado de 815 viviendas.**

***Esto compara favorablemente con el consumo estimado, antes de considerar la instalación de sistemas de energía alterna de fotovoltaicos del Plan Maestro de las Normas y Guías de Diseño Eléctrico para VMT, de 1.08 kVAs por unidad de vivienda turística. Después de descontar el 50% de la demanda agregada de VMT para las facilidades turísticas y con una absorción optimista de 7.33 viviendas turísticas por año, la demanda eléctrica incremental de VMT sobre la infraestructura eléctrica de Culebra sería apenas 7.55 kVAs por año para usos residenciales turísticos antes de considerar la instalación de sistemas de energía alterna de fotovoltaicos del Plan Maestro.***

***El Condohotel de Costa Bonita, con 164 apartamentos de dos habitaciones y facilidades hoteleras centrales, tiene asignado una carga conectada de 850 kVAs dentro de la demanda comercial de Culebra de la AEE de su alimentador 3801-2. Esto se traduce a una capacidad asignada de 5.18 kVAs por unidad residencial y sus facilidades hoteleras. Esto se traduciría a su vez, a una carga o demanda equivalente estimada de 570 kVAs para Villa Mi Terruño usando los parámetros de carga asignados por la AEE al Hotel de Costa Bonita que compara favorablemente con el estimado de la carga real total residencial y turística del proyecto Villa Mi Terruño de 4.13 kVAs para todas las unidad de vivienda equivalente incluyendo los paradores y campamento sobre la infraestructura eléctrica antes de aplicar medidas de conservación sustentable, las medidas de **diseño arquitectónico sustentable** y el uso de **diseño climático pasivo arquitectónico** sustentable y la energía***

alterna de fotovoltaicos. Siendo ello así, la demanda y consumo real de energía eléctrica de VMT a lo largo de 15 años se estima será menor de 238 kVAs.

La carga y consumo eléctrico de todos los usuarios en Culebra se redujo por 420 KkVAs en los últimos 10 años por lo que existe un margen de crecimiento en la capacidad de energía eléctrica instalada de sobre 1,800 KVAs en la subestación antes de efectuar mejoras futuras. A base de la reducción en demanda y consumo real de 470 kVAs por los últimos 10 años con los 1,800 KVAs disponible habría capacidad para suplir demanda futura de Culebra por lo menos los próximos 25 años si no continua sufriendo reducción en el consumo y demanda de energía eléctrica. Esto no considera reducciones en carga y demanda por las nuevas instalaciones de energía y alumbrado de fuentes alternas de fotovoltaicos por el municipio en el alumbrado público y por la mayoría de todos los usuarios que están ocurriendo en Culebra y los programas y incentivos para facilitar y propiciar su desarrollo de la producción de energía alterna o los programas federales para subvencionar la optimización del consumo energético de los programas federales y estatales.

#### Demanda Futura de Energía a base de Las Consultas Radicadas de la Junta de Planificación:

El Índice de Consultas Radicadas de la Junta de Planificación contiene información recopilada por los últimos 34 años. Se han radicado 146 casos a lo largo de los 34 años en Culebra. Hay 69 consultas, no casos pendientes en la Junta de Planificación para Culebra. No es correcto que hayan “70 casos activos pendiente de consideración”. Como cuestión de hecho algunos casos se cuentan dobles. Del listado total de 69 consultas pendientes, tres han sido archivadas y vueltas a someter y tres son de cambios menores de zonificación de lotes urbanos principalmente en el Pueblo. En realidad se han radicado 63 casos nuevos de Consultas de Ubicación a ser considerados por la Junta de Planificación sobre Culebra o un promedio de menos de dos (1.85) casos por año en los últimos 34 años.

Examinemos las 63 Consultas de Ubicación reales para Culebra que aparecen en la red de internet de la Junta de Planificación. Estas Consultas fueron radicadas entre el 1977 y el 2010. De estos 63 casos, 21 casos o el 33.3% son casos del gobierno para facilidades públicas no residenciales y 42 son casos privados de los cuales 31 son para facilidades residenciales y once para facilidades turísticas o comerciales. De estos 42 casos o el 66% del total, 21 o nuevamente el 33 % del total de casos, totales o el 50% de los 42 casos privados, ya han sido resueltos y denegados, restando solamente 21 casos de consultas privadas que no han sido aprobados o están pendiente de consideración. Dichos 21 casos no denegados, son casos de consultas de usos que se desglosan: [11] para usos residenciales, [3] para usos mixtos y [8] para proyectos turísticos. A principios del 2011 solamente el 25.8 % o 8 de los 31 casos de consultas para viviendas residenciales han sido aprobados. Del total de 575 viviendas residenciales solicitadas por dichas consulta solamente 81 unidades el 14.0 % de las unidades de viviendas solicitadas ya fueron considerados y aprobados por la JP.

Durante los últimos 34 años se han aprobado apenas 2.45 viviendas por año hasta fines del 2010 cuando se hizo el estudio. Más significativo aun, es el hecho que la mayor parte de estos proyectos ya aprobados no han sido desarrollados por limitaciones de demanda efectiva o financiamiento privado o bancario.

Este examen demuestra que no hay un crecimiento desmedido ni efecto acumulativo negativo en el crecimiento de la vivienda residencial privada en la Isla de Culebra como incorrectamente se pretendió hacer creer a la Junta de Planificación y a la Junta de Calidad Ambiental en la vista pública de la DIA-P y en los comentarios sometidos tanto en la vista pública como posteriormente.

En conclusión, considerando el crecimiento muy limitado de 81 viviendas nuevas aprobadas por consultas, la reducción de 34 hogares en los últimos 10 años, y la reducción real en la demanda y consumo de energía eléctrica comercial y residencial de 470 kVAs o 47 kVAs por año en Culebra durante los últimos 10 años, hay capacidad si continua ese ritmo de desarrollo en Culebra para suplir demanda futura por lo menos para los próximos 25 años sin considerar las nuevas instalaciones de energía y alumbrado de fuentes alternas de fotovoltaicos que están ocurriendo en Culebra. La infraestructura de energía eléctrica instalada en la Isla de Culebra tiene capacidad suficiente para las cargas actuales y un crecimiento normal. Si consideramos la reducción de hogares de un 5% durante los últimos diez años y el hecho que muy pocos anteproyectos han sido aprobados para nuevas viviendas y los aprobados no se están desarrollando, la demanda para electricidad residencial está relativamente estática. Solamente 11 proyectos públicos y privados o el 44% versus 50 o el 76% en Vieques han sido aprobados para Culebra en los últimos 10 años.

La AEE ha incluido en su Programa de Mejoras Capitales 2011-2015 la realización de mejoras a la planta que almacena los generadores de emergencia en Culebra que ya para Mayo de 2012 era una realidad el comienzo de esta obra con una capacidad de 6,000 Kvas. Las mejoras consisten en la rehabilitación del edificio existente y el sistema de control.

La AEE está planificando solamente el diseño de una subestación nueva de 10,500kva para sustituir la existente. Sometemos que debe atenderse con prioridad la construcción de una planta generadora de dos generadores de 3.3 MWs para sustituir los generadores existentes Mva. De los dos generadores, uno será para proveer energía eléctrica en caso de disrupción del cable submarino u otra emergencia. La localización para la nueva subestación y generadores planificada originalmente en el 2004 sería en el Barrio Playa Sardinias II, cerca de Villa Pesquera, ahora se está considerando mantenerla cerca de la Subestación 3801.

La población de Culebra del 2010 de 1,818 personas se estima crecerá en los próximos 10 años por 76 personas a 1,894 y por veinte mas al 2025 a 1914. Se proyecta que solo se necesitaran 41 viviendas nuevas hasta el 2025. Se estima que se requerirá 7.63 cuerdas adicionales de terreno urbano para suplir el uso de vivienda bajo desarrollo de baja densidad y de 3.65 cuerdas de media densidad.

**Conclusión:**

**En conclusión, considerando el crecimiento limitado de 81 viviendas nuevas aprobadas por consultas, la reducción de 34 hogares en los últimos 10 años, y la reducción real en demanda eléctrica de un 18.6, el desarrollo gradual a lo largo de 15 años del proyecto de Villa MI Terruño y la reducción en consumo de 47 kVAs por año en Culebra durante los últimos 10 años, existe capacidad en Culebra para suplir demanda futura por lo menos para los próximos 25 años sin considerar las nuevas instalaciones de energía y alumbrado de fuentes alternas de fotovoltaicos que están ocurriendo en Culebra.**

***La infraestructura de energía eléctrica instalada en la Isla de Culebra tiene capacidad suficiente para las cargas actuales y un crecimiento normal, si consideramos la reducción de hogares de un 5% durante los últimos diez y el hecho que muy pocos anteproyectos han sido aprobados para viviendas nuevas y los aprobados no se están desarrollando, la demanda para electricidad está relativamente estática. Solamente 11 proyectos públicos y privados o el 44% versus 50 o el 76% en Vieques han sido aprobados para Culebra en los últimos 10 años.***

**Updated:v.07.061512**