ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III 200MW Y SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500KV.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

MUNICIPIOS DE SABANALARGA Y PONEDERA

(VERSIÓN 5.0)

08/08/2022

INGENOSTRUM COLOMBIA

CARRERA 12 N. 79 - 50

BOGOTÁ D.C.

TEL: +57-3229914

2022



GESTION DE CALIDAD

REVISIÓN	PRIMER BORRADOR	REVISIÓN 1	REVISIÓN 2	REVISIÓN 3
Preparado por	Lola Quirós John Galindo	Lola Quirós John Galindo	Lola Quirós John Galindo	Lola Quirós John Galindo (JUL-AGO 2022)
Revisado por		EQUAL Consultoría y servicios ambientales SAS (DIC 2021-ENE 2022)	ENEL Colombia SAS (FEB-MAR 2022)	EQUAL Consultoría y servicios ambientales SAS (AGO 2022)
Aprobado por	Ingenostrum Colombia SAS			
Archivo	CAP 3 Descripción del Proyecto			

ÍNDICE GENERAL

3 DESCRIPCION DEL PROYECTO 18

3.1 LOCALIZACIÓN 20

3.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 25

3.2.1 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE 25

3.2.1.1 Infraestructura vial y de transporte 25

3.2.1.2 Infraestructura Social y Productiva 120

3.2.1.3 Infraestructura del Sistema Interconectado Nacional 138

3.2.2 FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO 142

3.2.2.1 Fase Preoperativa, Gestión y Preparación 144

3.2.2.2 Actividades Transversales Fase Constructiva 146

3.2.2.3 Fase Constructiva Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 152

3.2.2.4 Fase Constructiva SE Elevadora 157

3.2.2.5 Fase Constructiva de la Línea de Evacuación 162

3.2.2.6 Actividades Transversales Fase Operativa 167

3.2.2.7 Fase Operativa Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 168

3.2.2.8 Fase Operativa de la Subestación 170

3.2.2.9 Fase Operativa de la Línea de Evacuación 170

3.2.2.10 Actividades Transversales Fase post-operativa 172

3.2.2.11 Fase post-operativa Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y subestaciones 174

3.2.2.12 Fase post-operativa de la Línea de Evacuación 176

3.2.3 DISEÑO DEL PROYECTO 178

3.2.3.1 Análisis del recurso solar 178

3.2.3.2 Gestión Predial 181

3.2.3.3 Estimación de la producción energética del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 185

3.2.3.4 Diseño de la instalación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III ... 193

3.2.3.5 Diseño de la Línea de Evacuación 500 kV 203

3.2.3.6 En el numeral 3.2.4.4 Infraestructura de la Línea de evacuación de energía 500kV 205

3.2.4 CARACTERISTICAS TECNICAS 212

3.2.4.1 Adecuación y construcción de Vías de acceso 213

3.2.4.2 Infraestructura de generación de energía – Parque Solar Fotovoltaico 259

3.2.4.3 Infraestructura Subestación Elevadora El Uvero 304

3.2.4.4 Infraestructura de la Línea de evacuación de energía 500kV 333

3.2.4.5 Operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 380

3.2.4.6 Operación de la Línea de evacuación 390

3.2.4.7 Operación de la Subestación Elevadora El Uvero 395

3.2.4.8 Infraestructura asociada al proyecto 403

3.2.5 INSUMOS DEL PROYECTO 470

3.2.5.1 Materiales de construcción 470

3.2.5.2 Otros Insumos 473

3.2.5.3 Balance de masas 476

3.2.6 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 478

3.2.7 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS 483

3.2.7.1 Clasificación de los residuos Sólidos 483

3.2.7.2 Estimación de volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos 486

3.2.8 COSTOS DEL PROYECTO 491

3.2.9 CRONOGRAMA DEL PROYECTO 492

3.2.10 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO 493

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Localización Político-Administrativa Del Proyecto. 21
Tabla 3-2 Coordenadas área de implantación del Parque Solar (1). 23
Tabla 3-3 Coordenadas área de servidumbre de la línea de evacuación. 24
Tabla 3-4 Coordenadas área subestación elevadora El Uvero 24
Tabla 3-5 Localización Puertos Marítimos respecto al Municipio de Ponedera. ... 28
Tabla 3-6 Descripción Ruta 25 – Tramo Ponedera – Puerto Giraldo. 57
Tabla 3-7 Descripción Vía Sabanalarga - Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal. 67
Tabla 3-8 Descripción Vía Santa Rita – La Retirada. 76
Tabla 3-9 Descripción Vía de La Retirada – Planeta Rico 82
Tabla 3-10 Descripción Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti. 84
Tabla 3-11 Descripción Vía de acceso a Finca La Bendición de Dios. 91
Tabla 3-12 Descripción Vía de acceso a Predio San Rafael 96
Tabla 3-13 Descripción Vía de acceso a sector La Montaña 102
Tabla 3-14 Descripción Camino Interno No.1 Finca Buenavista. 106
Tabla 3-15 Descripción Camino Interno No.2 Finca Buenavista. 111
Tabla 3-16 Descripción Vía de acceso Predios Albricias I y II 115
Tabla 3-17 Descripción Camino privado Finca La María. 118
Tabla 3-18 Listado Instituciones Educativas En Ponedera. 123
Tabla 3-19 Listado Entidades Bancarias En Sabanalarga. 128
Tabla 3-20 Listado Centros Médicos En Sabanalarga. 130
Tabla 3-21 Listado Instituciones Educativas en Sabanalarga. 131
Tabla 3-22 Redes de media tensión en el Área de influencia del proyecto 134
Tabla 3-23 Sistema De Transmisión Nacional – Redes conectadas a la SE Sabanalarga 140
Tabla 3-24 Sistema De Transmisión Regional – Redes conectadas a la SE Sabanalarga 140

Tabla 3-25 Fases Del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW, su Línea De Evacuación 500kV 142
Tabla 3-26 Climatología 181
Tabla 3-27 Predios Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 182
Tabla 3-28 Predios Para La Línea De Evacuación..... 184
Tabla 3-29 Generación Fotovoltaica Proyecto 187
Tabla 3-30 Producción Neta..... 188
Tabla 3-31 Informe Simulación PvSyst 188
Tabla 3-32 Coordenadas Apoyos Línea De Evacuación..... 206
Tabla 3-33 Valores Límites de exposición a campos electromagnéticos 212
Tabla 3-34 Clasificación Invias De Las Carreteras Según Su Funcionalidad..... 213
Tabla 3-35 Clasificación De Las Carreteras Según el IGAC. 214
Tabla 3-36 Descripción Vía de acceso a Predio San Rafael..... 227
Tabla 3-37 Descripción Camino privado Finca La María..... 231
Tabla 3-38 Serie Histórica y Composición Del TPD - Territorial Atlántico 1997-2018 236
Tabla 3-39 Coordenadas puntos de aforo. 237
Tabla 3-40 Clasificación Vehicular. 237
Tabla 3-41 Registro de volúmenes de Transito – AF-01 Santa Rita - Día Festivo. 239
Tabla 3-42 Registro de volúmenes de Transito – AF-01 Santa Rita - Día Hábil.. 240
Tabla 3-43 Registro de volúmenes de Transito– AF-02 La Retirada - Día Festivo. 241
Tabla 3-44 Registro de volúmenes de Transito– AF-02 La Retirada - Día Festivo. 242
Tabla 3-45 Estimación Incremento Volúmenes Vehiculares 244
Tabla 3-46 Longitudes estimadas de Caminos Internos Nuevos 251
Tabla 3-47 Estructura Del Corredores Internos..... 252
Tabla 3-48 Longitud De Acceso Por Servidumbre A Torres Desde Vías Existentes 253

Tabla 3-49 Relación Entre La Pendiente Máxima (%) Y La Velocidad Especifica De La Tangente Vertical. 253
Tabla 3-50 Granulometría Sub-Base..... 257
Tabla 3-51 Requisitos De Los Agregados Para Sub-Base Granular Clase C 257
Tabla 3-52 Volumen De Agregados Para Adecuación De Accesos..... 258
Tabla 3-53 Volumen De Agregados para Corredores Internos y carriles de cambio de velocidad 259
Tabla 3-54 Generación promedio..... 260
Tabla 3-55 Ficha General del proyecto 261
Tabla 3-56 Cuadro De Áreas De Ocupación De Superficie Parque Solar Fotovoltaico Guayepo..... 262
Tabla 3-57 Profundidad De Los Ductos 277
Tabla 3-58 Longitud Zanjas BT y MT 278
Tabla 3-59 Estructura Cimentación Centros De Transformación 286
Tabla 3-60 Movimiento De Tierra - Nivelación Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 296
Tabla 3-61 Volumen De Excavación Y Relleno De Zanjas 298
Tabla 3-62 Coordenadas De Los Vértices De La Subestación Elevadora El Uvero 306
Tabla 3-63 Cuadro De Áreas De Ocupación Subestación Elevadora El Uvero... 306
Tabla 3-64 Características De La Subestación 308
Tabla 3-65 Equipos Subestación Elevadora El Uvero. 308
Tabla 3-66 Granulometría Sub-Base..... 324
Tabla 3-67 Requisitos De Los Agregados Para Sub-Base Granular Clase C 324
Tabla 3-68 Requisitos De Los Agregados Para Base Granular Clase C..... 325
Tabla 3-69 Granulometría Base Granular 326
Tabla 3-70 Granulometría Acabado De Patio..... 330
Tabla 3-71.Características Técnicas De La Línea De Evacuación..... 334
Tabla 3-72 Descripción Sitios de Torre Línea de Evacuación..... 335
Tabla 3-73.Características Técnicas Del Conductor 343

Tabla 3-74.Características Técnicas Del Cable De Guarda 343
Tabla 3-75 Geometría Apoyos En Metros. 346
Tabla 3-76 Volúmenes Cimentación 348
Tabla 3-77 Frecuencia De Movilización 389
Tabla 3-78 Personal Requerido En La Operación 390
Tabla 3-79 Actividades De Mantenimiento Preventivo 393
Tabla 3-80 Actividades De Mantenimiento Correctivo 394
Tabla 3-81 Frecuencia De Movilización 395
Tabla 3-82 Frecuencia De Movilización 402
Tabla 3-83 Coordenadas Zona De Campamento 404
Tabla 3-84 Empresas Autorizadas Para Manejo De Aguas Residuales 408
Tabla 3-85 Zonas De Acopio Del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III. 414
Tabla 3-86 Lista De Tipos Plazas De Tendido Para Construcción 416
Tabla 3-87 Coordenadas Del Área De Operación Y Mantenimiento 420
Tabla 3-88 Listado De Fuentes De Material De Cantera 431
Tabla 3-89 Empresas proveedoras de concreto 438
Tabla 3-90 Diseño preliminar de cunetas 440
Tabla 3-91 Diseño preliminar de obras de drenaje 442
Tabla 3-92 Ocupación De Cauce en el área del Parque solar 449
Tabla 3-93 Ocupación De Cauce En La Servidumbre De La Línea De Evacuación 451
Tabla 3-94 Cantidades Sistema de drenaje 459
Tabla 3-95 Empresas De Suministro De Agua En Carrotanque 462
Tabla 3-96 Puntos De Intersección De Vías Existentes Con La Línea De Evacuación Proyectada 463
Tabla 3-97 Cruzamientos Con Líneas Eléctricas Existentes 464
Tabla 3-98 Ancho de la zona de servidumbre 465
Tabla 3-99 Cruzamiento líneas eléctricas interior del parque 466
Tabla 3-100 Volumen De Agregados Para Adecuación Y Construcción 471
Tabla 3-101 Volumen De Concreto Para Cimentación De Estructuras 472

Tabla 3-102 Estimación consumo de agua 473
Tabla 3-103 Empresas De Suministro De Agua En Carrotanque..... 473
Tabla 3-104 Maquinaria Requerida En La Fase Constructiva 475
Tabla 3-105 Requerimientos De Personal 475
Tabla 3-106 Requerimientos De Personal Para Frentes De Trabajo Durante La Fase Constructiva Del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 476
Tabla 3-107 Balance De Masas Construcción Parque Solar 477
Tabla 3-108 Movimiento De Tierra Cimentación De Torres 477
Tabla 3-109 Resumen Materiales Sobrantes de excavación 478
Tabla 3-110 Coordenadas de la ZODME 479
Tabla 3-111 Criterio Para La Separación De Los Residuos Sólidos Domésticos 485
Tabla 3-112 Criterio Para La Separación De Los Residuos Sólidos Industriales 485
Tabla 3-113 Volúmenes Estimados De Residuos Sólidos Domésticos O Convencionales..... 487
Tabla 3-114 Volúmenes Estimados De Residuos Forestales 487
Tabla 3-115 Volúmenes Estimados De Residuos Sólidos Industriales. 490
Tabla 3-116 Costos Estimados Del Proyecto 491
Tabla 3-117 Cronograma Del Proyecto 492

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Localización a nivel nacional y departamental 20
Figura 3.2 Localización Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación de 500 kV 22
Figura 3.3 Trayecto Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz – Parque Solar Guayepo III 200MW. 27
Figura 3.4 Esquema Puerto De Barranquilla (Sociedad Portuaria). 29
Figura 3.5 Trayecto Puerto De Barranquilla – Ponedera. 30
Figura 3.6 Trayecto Puerto De Cartagena - Ponedera. 37
Figura 3.7 Trayecto Puerto De Santa Marta – Ponedera. 46
Figura 3.8 Vías existentes aledañas al Proyecto Fotovoltaico Guayepo 54
Figura 3.9 Red de distribución eléctrica en el área del Proyecto 135
Figura 3.10 Localización Gasoductos Promigas 136
Figura 3.11 Sistema Interconectado Nacional – Redes conectadas a la SE Sabanalarga 139
Figura 3.12 Localización Subestación Eléctrica Sabanalarga 141
Figura 3.13 Puesta A Tierra Apoyo Patas Separadas 165
Figura 3.14 Tendido De Conductores En Líneas 167
Figura 3.15 Radiación Solar En Colombia 180
Figura 3.16 Predios Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 183
Figura 3.17 Predios Línea De Evacuación 185
Figura 3.18 Distribución Esquemática Parque Fotovoltaico 193
Figura 3.19 Seguidor Sin Backtracking. 197
Figura 3.20 Seguidor Con Backtracking. 197
Figura 3.21 Centro De Transformación tipo SUNGROW 198
Figura 3.22 Trazado línea de evacuación 500 kV 205
Figura 3.23 Partes Que Conforman Torres Auto soportadas. 207
Figura 3.24 Distancias de seguridad de los equipos del patio 211
Figura 3.25 Camión de dos ejes 217

Figura 3.26 Camión de tres ejes 217
Figura 3.27 Camión Categoría 3S2 217
Figura 3.28 Vías propuestas como accesos al proyecto 219
Figura 3.29 Diagrama Vías A Cargo Del Invias Territorial Atlántico 235
Figura 3.30 Acceso Principal Del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 247
Figura 3.31 Sección Transversal Del Acceso Principal 248
Figura 3.32 Diseño carril de desaceleración Acceso No. 1 248
Figura 3.33 Diseño carril de aceleración Acceso No. 1 249
Figura 3.34 Diseño carril de desaceleración Acceso No. 2 249
Figura 3.35 Diseño carril de aceleración Acceso No. 2 249
Figura 3.36 Corredores interiores 250
Figura 3.37 Sección Transversal De Caminos Generales 251
Figura 3.38 Dimensiones Y Trayectorias De Giro Para Camión Categoría 3S2. 254
Figura 3.39 Esquema De Parque Fotovoltaico Conectado A la Red. 263
Figura 3.40 Diagrama De Flujo de Parque Fotovoltaico Conectado A la Red 263
Figura 3.41 Tecnología Superficial Del Módulo PERC 264
Figura 3.42 Características Del Panel Fotovoltaico. 265
Figura 3.43 Distribución De La Radiación Solar En Panel PERC 265
Figura 3.44 Distribución de paneles 266
Figura 3.45 Detalle Seguidor 267
Figura 3.46 Configuración Del Seguidor. 268
Figura 3.47 Ejemplo De Caja De String. 269
Figura 3.48 Fijación De La Caja De String A La Estructura. 270
Figura 3.49 Esquema Eléctrico Caja String. 270
Figura 3.50 Esquema Típico Centro De Transformación 271
Figura 3.51 Celdas Modulares De MT. 273
Figura 3.52 Esquema Unifilar Celdas De MT. 273
Figura 3.53 Cableado Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III. 276
Figura 3.54 Sección Típica Zanja BT y MT 278
Figura 3.55 Arqueta De Registro 279

Figura 3.56 Sección Típica Zanja BT 280
Figura 3.57 Secciones Típicas Zanjas MT 280
Figura 3.58 Detalle Cimentación CT 286
Figura 3.59 Sectores Para Construcción. 292
Figura 3.60 Superficie Parque Existente. 295
Figura 3.61 Soportes Tipo Perfil C Hincado Y Tendido De Seguidores 299
Figura 3.62 Conexionado De Módulos 303
Figura 3.63 Subestación Elevadora 305
Figura 3.64 Ubicación SET El Uvero 305
Figura 3.65 Áreas De Ocupación Subestación Elevadora El Uvero 306
Figura 3.66 Transformador Trifásico De la SE Elevadora El Uvero 309
Figura 3.67 Fosos De Recogida De Aceite De Transformadores (“Oil Pit”) 311
Figura 3.68 Estructura De Tanque De Recolección Aceite Dieléctrico. 311
Figura 3.69 Interruptores De Alta Tensión 312
Figura 3.70 Auto válvula De Alta Tensión 313
Figura 3.71 Geometría Básica Apoyo Tipo IMECG 345
Figura 3.72. Detalle Diseño Cimentación Torres 347
Figura 3.73. Detalle Unión Stubs – Casquillos - Tornillos 348
Figura 3.74. Desviador de vuelo 349
Figura 3.75. Esquema de instalación alternada o escalonada de desviadores de vuelo en los cables de guarda 350
Figura 3.76. Diagrama para instalación de desviadores entre vanos 350
Figura 3.77. Distancia sugerida e instalación escalonada entre desviadores de vuelo para los cables de guarda 350
Figura 3.78 Puesta A Tierra Apoyo Patas Separadas 359
Figura 3.79 Poleas 364
Figura 3.80 Esquema Maquinaria De Tendido 372
Figura 3.81 Guaya y Accesorios Anti giratorios 375
Figura 3.82 Bobina De Cable 377
Figura 3.83 Errores En La Manipulación De Bobina De Cable 377

Figura 3.84 Esquema De Operación De Un Parque Solar Fotovoltaico 382
Figura 3.85 Esquema De Operación De Una Línea Eléctrica 391
Figura 3.86 Ubicación del campamento. 403
Figura 3.87 Distribución Campamento. 406
Figura 3.88 Tanque De Almacenamiento De Aguas Residuales. 407
Figura 3.89 Sectores Para Construcción. 411
Figura 3.90 Ubicación Zonas De Acopio Temporal 415
Figura 3.91 Localización Plazas De Tendido 417
Figura 3.92 Localización Edificio De O&M 420
Figura 3.93 Distribución Área De Operación Y Mantenimiento 421
Figura 3.94 Distribución Edificio O&M. 421
Figura 3.95 Detalle Vallado Perimetral 428
Figura 3.96 Cerramiento perimetral 429
Figura 3.97 Diseño preliminar de las cunetas 440
Figura 3.98 Diseño preliminar de obras de drenaje 441
Figura 3.99 Ocupación De Cauce En Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 450
Figura 3.100 Ocupación De Cauce En La Servidumbre De La Línea De Evacuación 452
Figura 3.101 Alcantarilla Sencilla Con Aletas 454
Figura 3.102 Box Culvert 455
Figura 3.103 Detalle – ocupación de cauce por cerramiento. 456
Figura 3.104 Tipos De Trinchos 460
Figura 3.105 Localización cruces LAT Guayepo III con líneas MT existentes 464
Figura 3.106 Zona de servidumbre 466
Figura 3.107 Líneas de Media Tensión ubicadas en el interior del parque 467
Figura 3.108 Localización Gasoductos Promigas 468
Figura 3.109 Localización de la ZODME 479
Figura 3.110 Organigrama Proyecto 493

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz 26
Fotografía 3.2 Puerto De Barranquilla 31
Fotografía 3.3 Salida A Variante Av. Simón Bolívar. 31
Fotografía 3.4 Calle 10 en Soledad y Vía Ruta 25 32
Fotografía 3.5 Ruta 25 Tramo Malambo-Sabanagrande. 33
Fotografía 3.6 Variante Palmar-Sabanagrande. 33
Fotografía 3.7 Acceso Municipio De Ponedera Sobre Ruta 25. 34
Fotografía 3.8 Acceso Finca Buenavista Sobre Ruta 25. 34
Fotografía 3.9 Acceso Puerto De Cartagena (Grupo Puerto De Cartagena). 36
Fotografía 3.10 Puerto De Cartagena, Entrada Y Salida De Vehículos De Carga. 38
Fotografía 3.11 Casco Urbano De Cartagena Calle 29 Y Calle 21 38
Fotografía 3.12 Corredor De Carga - Transversal 54. 39
Fotografía 3.13 Peaje Ceballos Cartagena. 40
Fotografía 3.14 Acceso Glorieta Fondo Rotatorio. 40
Fotografía 3.15 Glorieta Acceso Nororiental De Cartagena 41
Fotografía 3.16 Variante Sabanalarga – Palmar De Varela 42
Fotografía 3.17 Ruta 25 Tramo Ponedera-Puerto Giraldo. 43
Fotografía 3.18 Puerto De Santa Marta (Sociedad Portuaria). 44
Fotografía 3.19 Conexión de la Vía Alterna Al Puerto Con La Troncal De Caribe. 47
Fotografía 3.20 Transversal Del Caribe, Ruta Carretera 90. 47
Fotografía 3.21 Peaje Laureano Gómez. 48
Fotografía 3.22 Peaje de Sabanagrande 49
Fotografía 3.23 Ruta 25 Palmar De Varela - Ponedera. 49
Fotografía 3.24 Cruce Ruta 25 Con Vía Ponedera - Martillo. 50
Fotografía 3.25 Acceso Finca Buenavista Sobre Ruta 25. 50
Fotografía 3.26 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (1). 120
Fotografía 3.27 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (2). 121
Fotografía 3.28 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (3). 122

Fotografía 3.29 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (4). 123
Fotografía 3.30 Infraestructura Educativa de Ponedera. 124
Fotografía 3.31 Infraestructura Educativa de Ponedera. 125
Fotografía 3.32 Infraestructura Social y Productiva De Sabanalarga (1). 126
Fotografía 3.33 Infraestructura Social y Productiva De Sabanalarga (2). 127
Fotografía 3.34 Infraestructura Social y Productiva De Sabanalarga (3). 128
Fotografía 3.35 Infraestructura de Salud De Sabanalarga. 129
Fotografía 3.36 Infraestructura Educativa de Sabanalarga. 132
Fotografía 3.37 Infraestructura social y productiva del corregimiento de Cascajal (1) 133
Fotografía 3.38 Infraestructura social y productiva del corregimiento de Cascajal (2) 133
Fotografía 3.39 Gasoducto Santa Rita - Suan..... 137
Fotografía 3.40 Red de distribución de gas..... 138
Fotografía 3.41 Trabajos De Topografía 148
Fotografía 3.42 Despeje de la Franja De Servidumbre. 162
Fotografía 3.43 Ensamble De Torres 165
Fotografía 3.44 Aforo Vehicular Ruta 25 – Santa Rita 238
Fotografía 3.45 Aforo Vehicular Vía Ponedera -Cascajal..... 238
Fotografía 3.46 Apertura De Zanjas..... 297
Fotografía 3.47 Maquina Hincadora..... 300
Fotografía 3.48 Instalación de Paneles 302
Fotografía 3.49 Refrigeración Tipo ONAF En Transformador Trifásico..... 309
Fotografía 3.50 Ventilador Para Refrigeración 310
Fotografía 3.51 Ensamble De Torres 357
Fotografía 3.52 Tendido De Conductores En Líneas 360
Fotografía 3.53 Realización Empalme Tipo Ojo 363
Fotografía 3.54 Obras de protección durante el tendido 366
Fotografía 3.55 Traccionadora 373
Fotografía 3.56 Enrolladora..... 374

Fotografía 3.57 Transporte Maquinaria De Tendido..... 376
Fotografía 3.58 Limpieza Con Pértiga..... 387
Fotografía 3.59 Descargue De Módulos En Zona De Acopio..... 413
Fotografía 3.60 Tanque De Acero Para Combustible..... 423
Fotografía 3.61 Edificios En Mampostería Estructural Confinada..... 426
Fotografía 3.62 Edificios Prefabricados..... 427
Fotografía 3.63 Edificio de Paneles Prefabricados..... 427
Fotografía 3.64 Gasoducto Santa Rita – Suan..... 469
Fotografía 3.65 Red de distribución de gas..... 470

3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación de 500kV corresponde a un proyecto de generación de energía eléctrica limpia a partir de Fuentes de Energías Renovables No Convencionales (FERNC), contempla la construcción de una central solar fotovoltaica con una potencia pico de 200 MW en corriente continua la cual será transformada en corriente alterna y luego transmitirá la energía generada a través de la línea de evacuación de 500kV hacia la barra de 500 kV de la existente Subestación Sabanalarga.

Con este propósito, el proyecto consiste en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de una planta solar compuesta por paneles fotovoltaicos con una potencia máxima de energía para inyectar al sistema de 200 MW. Se contempla también el desmantelamiento y/o abandono del proyecto cuando este cumpla su vida útil. Así mismo, el proyecto incluye la construcción de una subestación eléctrica elevadora (estación de conexión dentro del parque), una línea eléctrica de evacuación de 500 kV de 5,92 kilómetros de longitud. El área por licenciar es de 688,30 ha, compuesta por 651,97 ha correspondientes al Parque Solar y 36,33 ha de la servidumbre de línea de evacuación. El área ocupada por los grupos de inversores (paneles) es de 440,84 ha.

El sistema configurará un esquema con un único circuito de conexión que pasará por el Municipio de Ponedera y Sabanalarga, conectándose al apoyo número 4 de la línea de evacuación del Proyecto licenciado "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***", a partir de allí los dos proyectos compartirán la infraestructura que realiza la evacuación de potencia en la subestación de interconexión de Sabanalarga (S/E Sabanalarga 500/220/110 kV), propiedad de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P./TRANSELCA S.A. E.S.P, la cual despacha su energía al Sistema de Interconexión Nacional-S.I.N. operado por ISA/InterColombia.

El proyecto "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***" es propiedad de la sociedad **GUAYEPO SOLAR SAS** y cuenta con licencia ambiental otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA a través de la Resolución 00981 de 8 de junio de 2021, la licencia fue ratificada mediante Concepto Técnico 4843 de 17 de agosto de 2021 que dio respuesta al recurso de reposición interpuesto por GUAYEPO SOLAR SAS a través del Radicado 2021128793-1-000 el 25 de junio de 2021.

La compartición de infraestructura de transmisión del apoyo 4 hasta la Subestación eléctrica Sabanalarga tiene una longitud de 8,85 kilómetros y se realizará mediante un acuerdo de coexistencia entre las dos sociedades, el acuerdo de coexistencia se describe en el capítulo 2 numeral 2.1.5.6 LAV-0036-00-2020- Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión.

El proyecto es desarrollado por INGENOSTRUM COLOMBIA SAS (en adelante INGENOSTRUM), y se han definido cuatro (4) fases para la ejecución del proyecto: Preoperativa, Constructiva, Operativa y Post operativa, las cuales se describen en el presente documento.

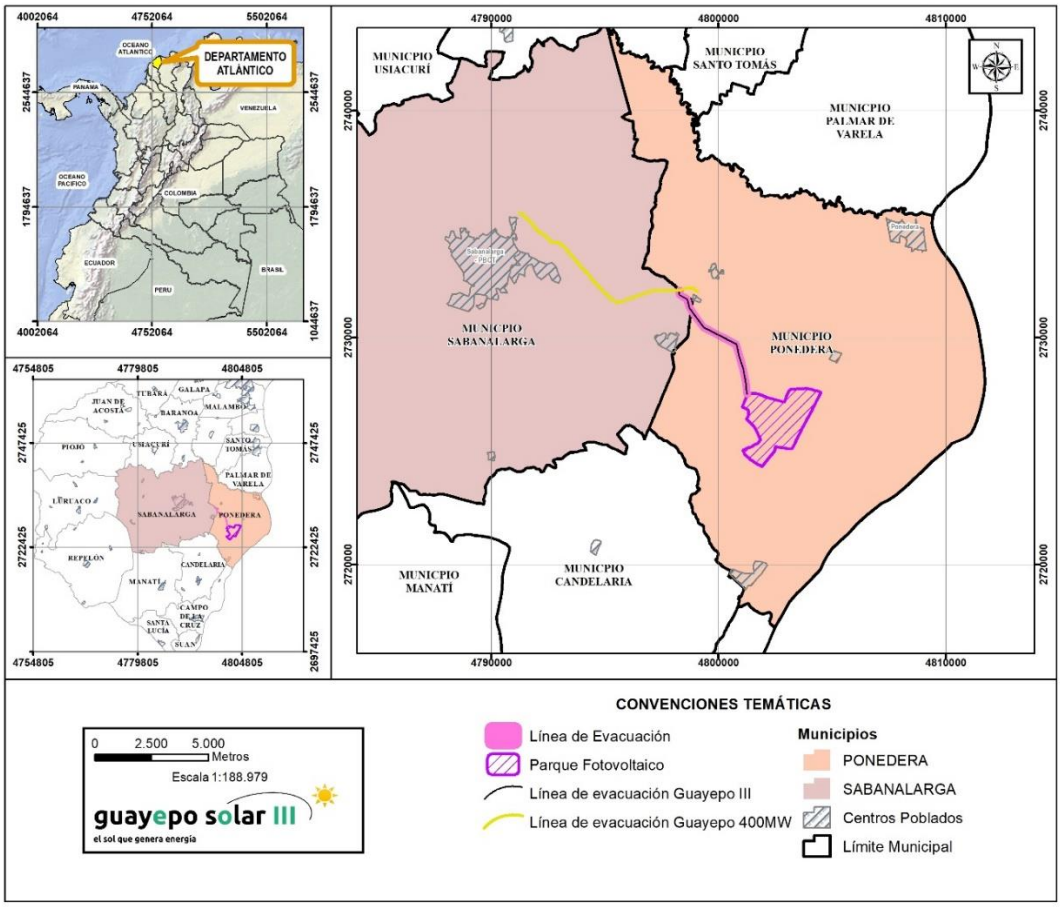
El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación de 500kV contribuiría al abastecimiento energético y a la diversificación de la canasta de generación de energía eléctrica en Colombia, apoyando a la seguridad del Sistema Energético Nacional.

Hace parte integral de este Capítulo el anexo denominado Anexo 3. Descripción del Proyecto, dentro del cual se encuentran los soportes técnicos del capítulo y el cual está organizado de la siguiente forma: Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, que contiene los planos referenciados en el presente documento; Anexo 3.2 Diseños ZODME y Anexo 3.3 Geotecnia, que contiene los resultados del estudio de suelos y los diseños de cimentación de las torres.

3.1 LOCALIZACIÓN

El Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación de 500kV, se ubica geográficamente en el departamento de Atlantico al Norte de Colombia, en los municipios de Ponedera y Sabanalarga. La infraestructura de generación del Parque Solar Fotovoltaico se ubicará en un cien por ciento en el municipio de Ponedera y la linea de evacuación tendrá un 81% de su longitud, 4,8 Km, en el municipio de Ponedera y el restante 19% (1,12 Km) en Sabanalarga. En la Figura 3.1 se muestra la localización regional del proyecto y en la Tabla 3-1 se presentan las unidades territoriales de la localización política administrativa del proyecto**.**

Figura 3.1 Localización a nivel nacional y departamental



Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-1 Localización Político-Administrativa Del Proyecto.

INFRAESTRUCTURA PROYECTADA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL
Parque Solar y Subestación elevadora	Atlántico	Ponedera	Santa Rita
			Puerto Giraldo
Línea de Evacuación 500kV	Atlántico	Ponedera	Santa Rita
			La Retirada
			Martillo
		Sabanalarga	Cascajal

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

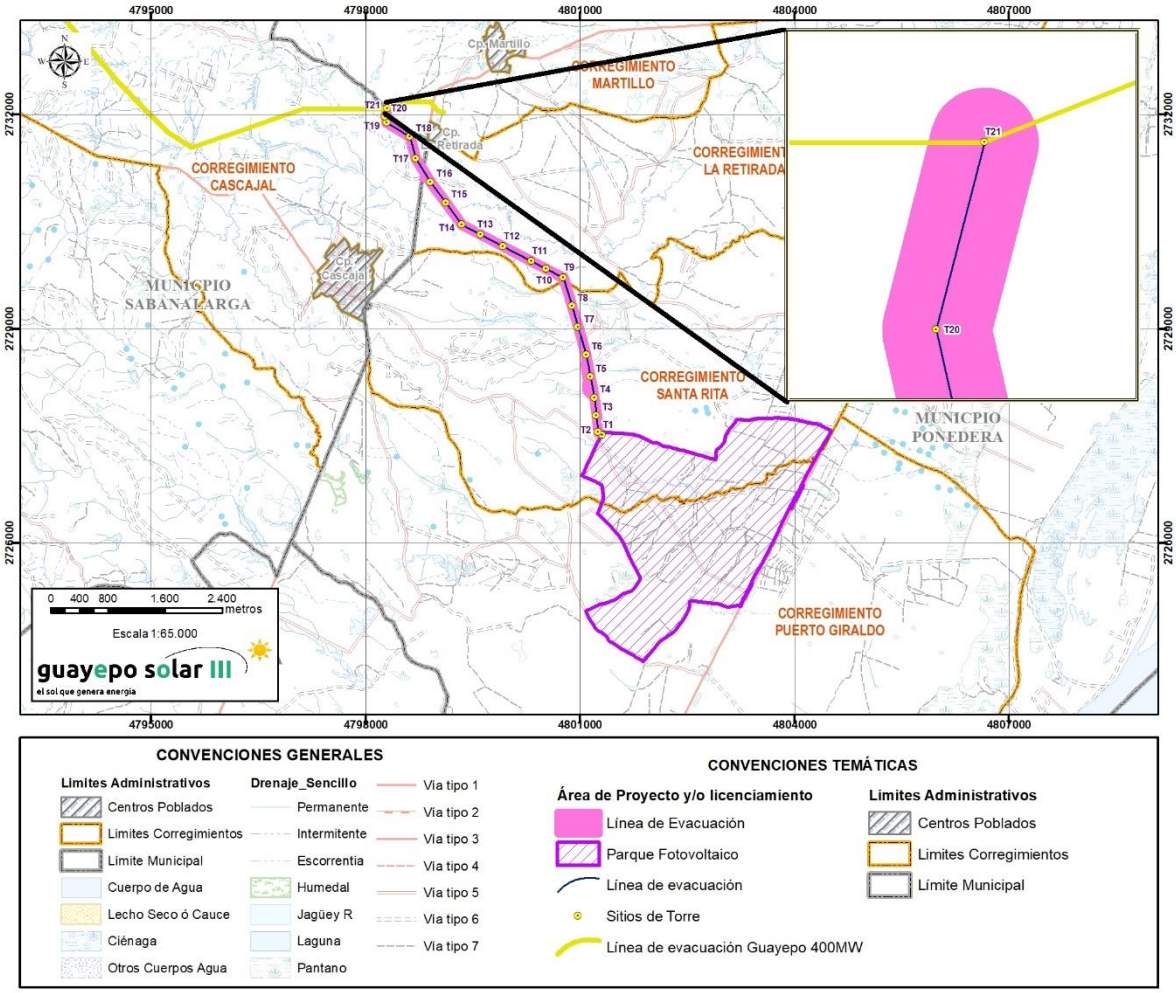
El área de intervención será de 688,30 ha correspondiente al área o polígono externo que encierra el parque solar y la servidumbre de la línea. El ancho de la zona de servidumbre corresponderá a 60 metros y su centro corresponde con el eje de la línea.

La línea de evacuación eléctrica de 500 kV con una longitud de 5,92 kilómetros partirá del Parque Solar Fotovoltaico, de la futura subestación elevadora El Uvero ubicada a 29 m.s.n.m, en el corregimiento Nuevo Santa Rita en el municipio de Ponedera. El trazado se dirige al Noreste rodeando el centro poblado de La Retirada (Ponedera) e ingresando al corregimiento de Cascajal en el municipio de Sabanalarga. La línea se conectará en el apoyo número 4 de la linea de evacuación del proyecto licenciado "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***" a aproximadamente 800 metros, al oriente, del centro poblado de La Retirada.

La línea del "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***" se conectará a la Subestación Sabanalarga a una altura de 105 m.s.n.m al norte de la cabecera municipal de Sabanalarga.

En la Figura 3.2 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0001-LOCG, se presenta en detalle la localización del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación de 500 kV.

Figura 3.2 Localización Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación de 500 kV



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

En la Tabla 3-2 a la Tabla 3-4 se presentan las coordenadas correspondientes a las áreas de implantación del Parque Solar, la servidumbre de la línea de evacuación de 500kV y la Subestación elevadora respectivamente. Las coordenadas de las torres de la línea de evacuación se presentan en los numerales 3.2.3.5 Diseño de la Línea de Evacuación 500 kV. y 3.2.4.4 Infraestructura de la Línea de evacuación de energía 500kV

.

Tabla 3-2 Coordenadas área de implantación del Parque Solar (1).

COORDENADAS MAGNA SIRGAS – ORIGEN NACIONAL - CTM-12					
No.	ESTE	NORTE	No.	ESTE	NORTE
1	4801277,13	2727493,91	27	4802525,82	2725187,03
2	4801284,47	2727489,60	28	4802520,74	2725095,87
3	4801288,64	2727497,42	29	4802520,12	2725084,78
4	4801314,51	2727546,21	30	4802466,57	2724967,04
5	4801318,77	2727554,29	31	4802312,63	2724763,55
6	4801827,26	2727518,76	32	4802190,20	2724677,72
7	4802889,83	2727175,85	33	4802102,74	2724616,40
8	4802891,95	2727299,68	34	4801879,92	2724338,01
9	4803166,06	2727734,66	35	4801387,68	2724625,02
10	4803777,77	2727765,35	36	4801356,99	2724699,10
11	4804046,59	2727732,54	37	4801220,46	2724792,23
12	4804382,08	2727653,16	38	4801141,08	2724899,12
13	4804506,91	2727568,54	39	4801064,88	2725045,18
14	4804099,79	2726818,16	40	4801308,30	2725160,53
15	4804121,53	2726806,43	41	4801502,49	2725216,45
16	4803952,49	2726483,02	42	4801602,52	2725298,12
17	4803926,32	2726493,22	43	4801714,70	2725335,16
18	4803729,88	2726092,48	44	4801827,94	2725505,55
19	4803666,10	2725962,37	45	4801655,44	2725861,15
20	4803515,19	2725677,01	46	4801540,08	2726095,04
21	4803390,65	2725441,51	47	4801234,22	2726415,72
22	4803405,32	2725433,56	48	4801323,12	2726633,74
23	4803235,72	2725108,90	49	4801290,55	2726815,51
24	4803197,59	2725128,30	50	4801290,31	2726816,83
25	4803068,50	2725102,91	51	4801275,80	2726823,88
26	4803068,48	2725102,91	52	4801022,19	2726947,03

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

Tabla 3-3 Coordenadas área de servidumbre de la línea de evacuación.

COORDENADAS MAGNA SIRGAS – ORIGEN NACIONAL - CTM-12		
No.	**ESTE**	**NORTE**
1	4801218,98	2727530,38
2	4801167,39	2728021,18
3	4801064,20	2728124,37
4	4801037,74	2728635,01
5	4800738,76	2729688,06
6	4799323,24	2730426,25
7	4798877,94	2731038,76
8	4798788,25	2731103,84
9	4798666,87	2731374,58
10	4798590,33	2731672,28
11	4798265,23	2731865,38
12	4798237,72	2731972,01
13	4798279,26	2732115,68
14	4798337,20	2732104,57
15	4798305,39	2731969,65
16	4798323,91	2731905,62
17	4798558,33	2731780,74
18	4798644,05	2731710,89
19	4798725,54	2731399,21
20	4798925,17	2731087,00
21	4799362,27	2730486,92
22	4800791,68	2729735,64
23	4801115,80	2728642,47
24	4801233,53	2728044,51
25	4801283,81	2727569,58
26	4801306,72	2727555,13

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

Tabla 3-4 Coordenadas área subestación elevadora El Uvero

VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS – ORIGEN NACIONAL – CTM - 12	
	ESTE	NORTE
1	4801310,23	2727538,14
2	4801461,89	2727538,17
3	4801461,89	2727450,33
4	4801310,23	2727450,33

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

3.2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

3.2.1 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En este numeral se describe de manera general la infraestructura situada en el área de influencia del proyecto a nivel departamental y municipal, se incluyen las principales vías e infraestructura de transporte, la infraestructura social y productiva de los municipios que alojarán el proyecto y la descripción de la infraestructura del Sistema Interconectado Nacional en la región.

La información técnica de los accesos e infraestructura que será utilizada por el proyecto se describe con detalle en el numeral 3.2.4 CARACTERISTICAS TECNICAS.

3.2.1.1 Infraestructura vial y de transporte.

3.2.1.1.1 Transporte Aéreo

La terminal aérea más cercana al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación de 500 kV es el Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz llamado también Aeropuerto Internacional de Barranquilla, se encuentra localizado en el municipio de Soledad, a 7 km del centro de Barranquilla en el Departamento del Atlántico. En el año 2020 movilizó una cifra de 1´052.449 pasajeros y 16.441 toneladas transportadas, según cifras de la Aerocivil. Ver Fotografía 3.1.

Fotografía 3.1 Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz

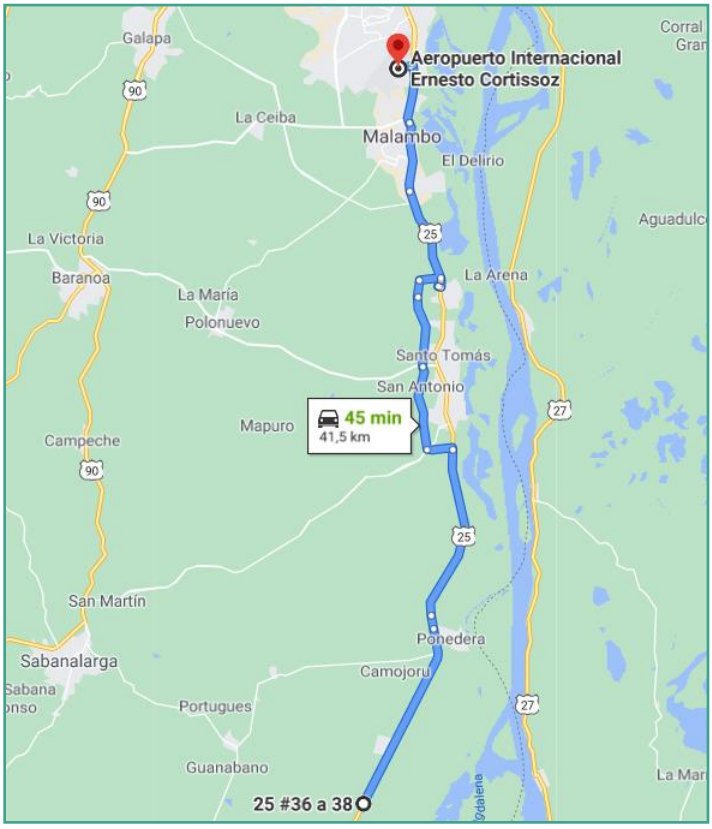


Acceso Aeropuerto Ernesto Cortissoz
Soledad – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4805948 – N 2761623

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

El aeropuerto se ubica a aproximadamente 32,3 kilómetros al norte del Municipio de Ponedera. Para llegar a Ponedera desde el Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz, se toma la Variante Sabanagrande - Palmar de Varela y Palmar de Varela - Ponedera – Puerto Giraldo que hacen parte de la denominada Troncal de Occidente - Ruta 25, con un tiempo estimado de 45 minutos hasta el acceso principal de la Finca Buenavista donde se desarrollará el Parque Solar. Ver Figura 3.3.

Figura 3.3 Trayecto Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz – Parque Solar Guayepo III 200MW.



Fuente: Google Maps, 2021.

3.2.1.1.2 Puertos Marítimos

En este aparte se describen los posibles puertos y vías a ser utilizados para la llegada y posterior traslado de los equipos, paneles, insumos, y herramientas para la construcción del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su Línea de Evacuación 500 kV, se tomaron como referencias los puertos de mayor relevancia en la zona y su grado de importancia, dichos puertos fueron: el Puerto de Santa Marta (Sociedad Portuaria), Puerto de Barranquilla y el Puerto de Cartagena.

El puerto utilizado será aquel que se encuentre disponible en el momento que se inicie la fase de construcción. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0064-INRE se muestra la ubicación de los puertos respecto a la localización del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y en la

Tabla 3-5 se presentan las distancias aproximadas desde cada uno de los puertos hasta el acceso principal de proyecto en el municipio de Ponedera.

Tabla 3-5 Localización Puertos Marítimos respecto al Municipio de Ponedera.

PUERTO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DISTANCIA (Km)
Puerto de Barranquilla	Atlántico	Barranquilla	42,4
Puerto de Cartagena	Bolívar	Cartagena	132
Puerto de Santa Marta	Magdalena	Santa Marta	145

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

3.2.1.1.2.1 Puerto de Barranquilla

Se ubica en el sector oriental de la ciudad de Barranquilla, en la margen occidental del rio Magdalena, se configura como un puerto multipropósito, que moviliza todo tipo de carga, como lo son: contenedores, gráneles sólidos y líquidos, carga general y coque.

En el año 2018 registró una movilización de carga de 5.235.881 de toneladas, representado en la atención de 737 motonaves que trasladaron 1.353.000 toneladas de contenedores, 742.000 toneladas de carga general, 1.946.000 toneladas de granel y 1.194.000 toneladas de coque. En el año 2020 debido a la pandemia la movilización de carga alcanzó los 4,8 millones de toneladas con un registro histórico en la carga tipo granel que superó los 2,3 millones de toneladas movilizadas.

Para el manejo de carga en contenedores, (consolidación y desconsolidación de la carga dentro del puerto, transporte fluvial y plataforma de Inspección), cuentan con:

- Área cubierta de 2.803,6 m², con un total de 117 bahías disponibles para la inspección de contenedores.
- Capacidad estática de 8.241 TEUS.
- 12 hectáreas para almacenamiento de contenedores.

Para el manejo de carga general cuenta con áreas cercanas al muelle para el manejo de carga extradimensionada y de proyectos especiales. Estos espacios, adyacentes a las bodegas y muelles, permiten el almacenamiento de más de

120.000 toneladas de carga de acero como alambrón, bobinas, perfiles, láminas y todo tipo de estructuras.

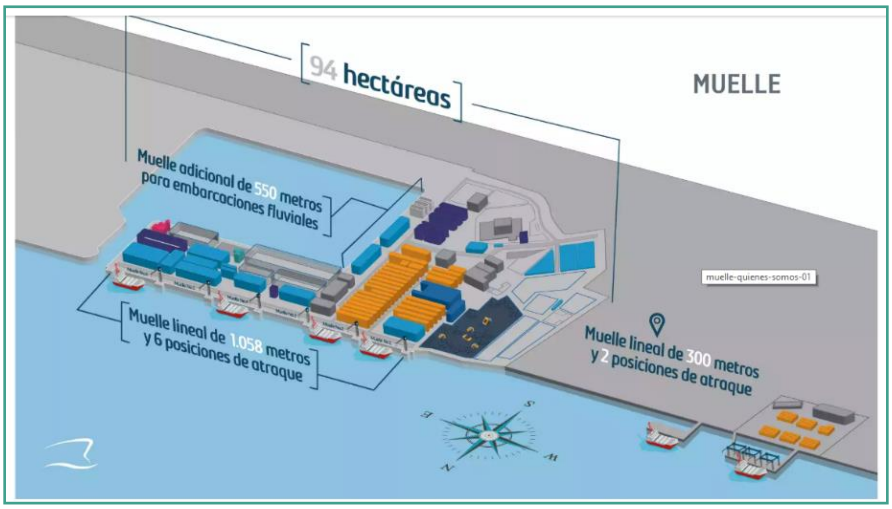
Así mismo cuentan con la disponibilidad de:

- Siete bodegas para el almacenamiento de carga general, con un área total de 26.584 m².
- Equipos y bodegas para almacenamiento de productos de acero laminados en frío y cemento.
- Control de inventarios en línea y servicio de trazabilidad de la carga.
- 50.800 m² de patio para el almacenamiento.

Adicional a estos servicios también cuentan con instalaciones para refrigerado y congelados, carga a granel, granel líquido y coque (carbón mineral).

A continuación, en la Figura 3.4 se presenta un esquema general del puerto de Barranquilla.

Figura 3.4 Esquema Puerto De Barranquilla (Sociedad Portuaria).

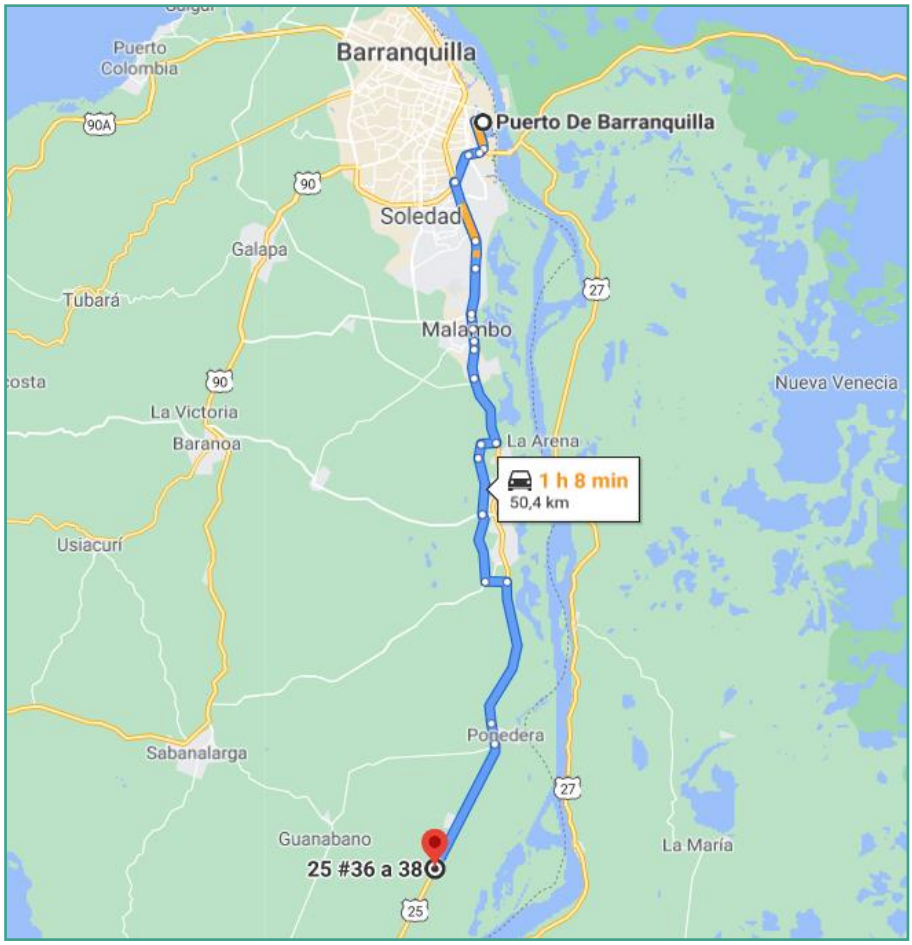


Fuente: www.puertodebarranquilla.com, 2021.

La ruta desde el Puerto de Barranquilla hasta el acceso al Parque Solar Guayepo III 200 MW en el Municipio de Ponedera se describe a continuación: con un trayecto

de 50,4 km y un tiempo estimado del trayecto de 1 hora y 8 minutos, por vía terrestre. Ver Figura 3.5.

Figura 3.5 Trayecto Puerto De Barranquilla – Ponedera.



Fuente: Google Maps, 2021.

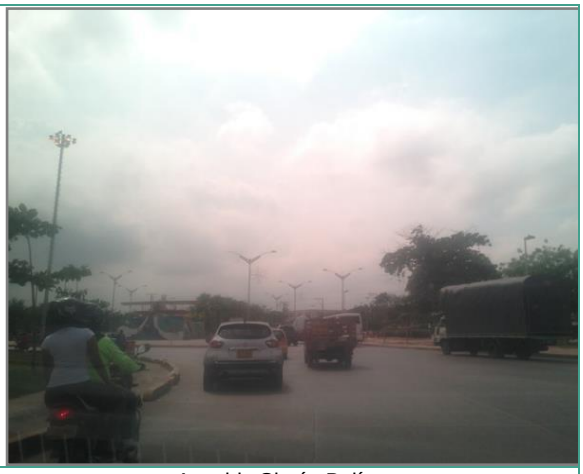
Tomando como punto de partida el Puerto de Barranquilla se continúa por el corredor portuario (Calle 5ª) 2,3 kilómetros hasta la intersección con el puente Alfonso Pumarejo (Carrera 9ª), el corredor portuario cuenta con una calzada de dos carriles con doble sentido de circulación. La señalización vertical y horizontal se encuentra en buen estado. (Ver Fotografía 3.2 y Fotografía 3.3.)

Fotografía 3.2 Puerto De Barranquilla

	
Acceso Puerto de Barranquilla Barranquilla – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4807150 – N 2770510	Acceso y Salida de Vehículos Pesados Barranquilla – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4807311 – N 2770884

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.3 Salida A Variante Av. Simón Bolívar.

	
Carrera 9ª -Acceso a Barranquilla Barranquilla – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4806691 – N 2768568	Avenida Simón Bolívar Barranquilla – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4806192 – N 2768527

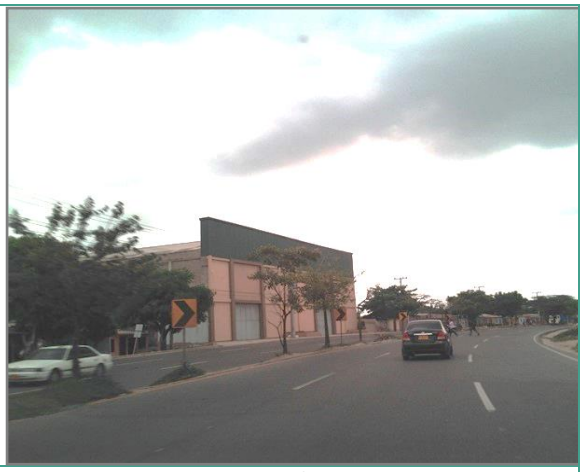
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Luego se toma la Avenida Simón Bolívar recorriendo una longitud de 2,1 Kilómetros hasta la Calle 30, cuenta con 2 calzadas de 3 carriles por sentido de circulación, carpeta asfáltica en buenas condiciones y cuenta únicamente con señalización horizontal. Presenta alto flujo vehicular tanto de carga pesada como vehículos particulares y de servicio público.

La Calle 30 al sur de la ciudad de Barranquilla, pasa a ser la Calle 10 en el municipio de Soledad y se convierte luego en la Ruta 25.

Sobre la Calle 10 a la altura de la Carrera 41 en Soledad, encontramos el acceso al Aeropuerto Ernesto Cortissoz, en este punto la movilidad es buena, señalización horizontal, vertical y semaforización óptimos, vía secundaria en buen estado. Ver Fotografía 3.4.

Fotografía 3.4 Calle 10 en Soledad y Vía Ruta 25

	
Calle 10 Salida Aeropuerto Ernesto Cortissoz Soledad – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4806656 – N 2761471	Ruta 25 Malambo - Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4806521 – N 2758755

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Continúa por la vía Malambo-Sabanagrande/Carretera ruta 25, esta vía se reduce nuevamente a cuatro carriles en doble calzada, la movilidad es buena, señalización horizontal, vertical y semaforización óptimos, capa asfáltica en buen estado, carretera tipo 1 con un ancho de 8 metros. Antes de entrar a Sabanagrande se toma la variante Palmar – Sabanagrande. Ver Fotografía 3.5 y Fotografía 3.6.

Fotografía 3.5 Ruta 25 Tramo Malambo-Sabanagrande.

	
Ruta 25 Salida Malambo Malambo – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4806463 – N 2758333	Ruta 25 – Acceso A Sabanagrande y peaje Sabanagrande – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4807629 – N 2752255

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.6 Variante Palmar-Sabanagrande.



Variante Palmar de Varela - Sabanagrande
Sabanagrande – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4807133 – N 2749030

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Se toma la Ruta 25 en dirección al Sur, después de un recorrido de aproximadamente 10 Km se llega al municipio de Ponedera, se continua 8,0 Km en dirección a Puerto Giraldo para llegar a la Finca Buenavista donde se proyecta la implantación del Parque solar. El último tramo corresponde a una vía primaria pavimentada que cuenta con una calzada con dos carriles, hace parte de la

Concesión Puerta de Hierro – Palmar de Varela y Carreto – Cruz del Viso de la Sociedad Concesionaria Vial Montes de María S.A.S. La vía recibió mantenimiento en el último trimestre del año 2018. Ver Fotografía 3.7 y Fotografía 3.8.

Fotografía 3.7 Acceso Municipio De Ponedera Sobre Ruta 25.



Acceso Municipio de Ponedera
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4807406 – N 2735245

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.8 Acceso Finca Buenavista Sobre Ruta 25.



Acceso Finca Buenavista
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4804070 – N 2726698

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.2.2 Puerto de Cartagena

El Puerto de Cartagena está ubicado estratégicamente a orillas del Mar Caribe, en la Calle 28 con Carrera 26 en la ciudad de Cartagena), en la denominada Manga Terminal Marítimo Cartagena de Indias, es un punto de conexión estratégico en la región y el continente por su ubicación sobre el Caribe, una de las más importantes 'autopistas' del comercio marítimo internacional, y por su cercanía al Canal de Panamá (426 Kilómetros).

Actualmente el puerto, atiende 25 líneas navieras y está conectada con 750 puertos en 140 países alrededor del mundo. Su desarrollo estratégico en el entorno del comercio internacional marítimo ha hecho del Grupo Puerto de Cartagena el puerto por excelencia del comercio Colombo Americano.

- Servicios Marítimos Portuarios:

El Puerto de Cartagena ofrece un competitivo portafolio de servicios marítimos portuarios, con dos muelles marginales de 700 y 1.000 metros y dos espigones, puede recibir simultáneamente hasta 5 barcos Neo-Panamax.

Brinda servicios de cargue y descargue de contenedores, tanto de carga doméstica como en tránsito internacional. También, moviliza carga general y de vehículos, carga especial y de proyectos.

- Servicio de Carga:

A través de sus terminales marítimas, SPRC y Contecar, se especializa en el manejo de carga contenerizada. Actualmente tiene capacidad para movilizar 3,7 millones de TEUs al año, y realiza inversiones para llegar a 5,2 millones, una vez terminen sus obras de ampliación.

- Servicios Logísticos y Centros de Distribución

Las terminales portuarias de la organización son las primeras en Colombia que funcionan bajo la regulación aduanera como Centros de Distribución Logístico

Internacional, CDLI. Esta se refiere a lugares que la DIAN ha habilitado para prestar servicios logísticos y el almacenamiento de mercancías, las cuales serán sometidas allí mismo a diferentes procesos de conservación, acondicionamiento, empaque, clasificación, entre otros.

Fotografía 3.9 Acceso Puerto De Cartagena (Grupo Puerto De Cartagena).

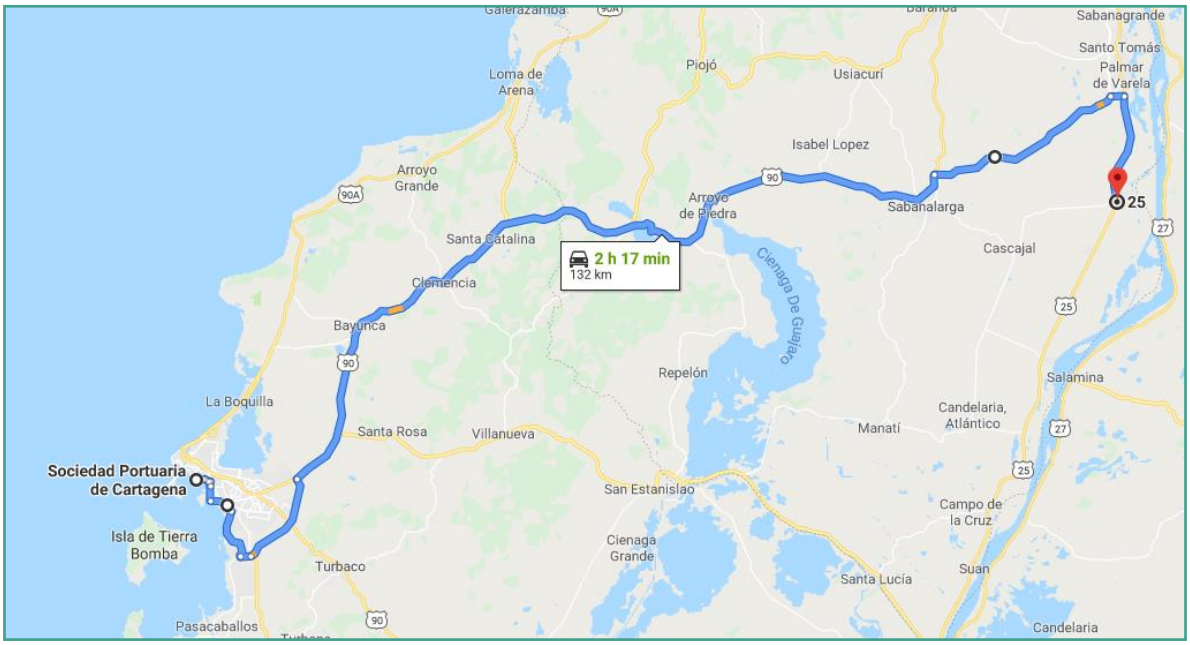


Acceso Puerto de Cartagena
Cartagena – Bolívar
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4723234 – N 2709078

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

A continuación, se describe la ruta desde el Puerto de Cartagena hasta el Municipio de Ponedera (al Cruce de la Ruta 25 y el desvío al Corregimiento de El Martillo), con un trayecto de 132 km y un tiempo estimado del trayecto de 2 horas con 17 min.

Figura 3.6 Trayecto Puerto De Cartagena - Ponedera.



Fuente: Google Maps, 2021.

Partiendo de la Sociedad Portuaria de Cartagena se presenta alto flujo de carga pesada, y velocidades bajas, se toma la Calle 28 hacia Calle 29, y tomando luego la transversal. 37B, entrada al casco urbano de Cartagena, la calzada de cuatro carriles en doble sentido presenta transitabilidad buena, capa asfáltica en buen estado, señalización horizontal y vertical óptimas. Después tomando la Calle 21 la calzada se convierte en cuatro carriles con único sentido de circulación, la vía se encuentra en buenas condiciones, aunque, no cuenta con señalización horizontal ni vertical, presencia de líneas de media tensión a lo largo de la vía. Ver Fotografía 3.10 y Fotografía 3.11.

Fotografía 3.10 Puerto De Cartagena, Entrada Y Salida De Vehículos De Carga.

	
Entrada Puerto de Cartagena Cartagena – Bolívar Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4723383 – N 2709068	Salida vehículos de Carga Puerto de Cartagena Cartagena – Bolívar Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4723383 – N 2709068

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.11 Casco Urbano De Cartagena Calle 29 Y Calle 21

	
Calle 29 Cartagena – Bolívar Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4723853 – N 2708887	Diagonal 21 Cartagena – Bolívar Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4723962 – N 2707711

Fuente: Google Earth.

Se continúa por la Calle 21 a tomar el Corredor de Carga (Transversal 54), este último posee una calzada con tres carriles saliendo del puerto y un carril para el sentido opuesto, en la Diagonal 22, desaparece el carril de entrada y la vía vuelve a ser exclusivamente de salida, la vía presenta velocidades de circulación

aceptables, capa asfáltica en buen estado, señalización horizontal y vertical óptimas. Ver Fotografía 3.12.

Fotografía 3.12 Corredor De Carga - Transversal 54.

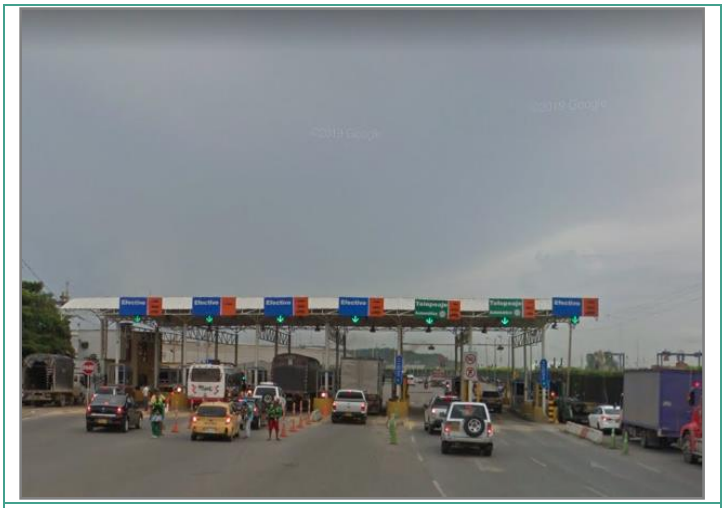


Corredor de Carga – Transversal 54
Cartagena – Bolívar
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4724158 – N 2707075

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Al continuar por el Corredor de carga, se cruza por el peaje Ceballos, ubicado en el barrio del mismo nombre, sobre la Vía a Mamonal Km 4+800, en la zona de peaje se tienen siete (7) carriles. Quinientos metros adelante del Peaje se toma la vía a Mamonal vía de Doble Calzada con dos carriles por sentido de circulación, asfalto en buenas condiciones. Ver Fotografía 3.13.

Fotografía 3.13 Peaje Ceballos Cartagena.



Peaje Ceballos
Cartagena – Bolívar
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4725712– N 2706438

Fuente: Google Earth.

En la glorieta Fondo Rotatorio se toma la salida a Barranquilla, Ver Fotografía 3.14.

Fotografía 3.14 Acceso Glorieta Fondo Rotatorio.



Acceso Glorieta Fondo Rotatorio
Cartagena – Bolívar
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4726766 – N 2701109

Fuente: Google Earth.

Continua por la Variante Mamonal – Gambote (Ruta 90B) al norte por 10 Kilometro, luego toma la salida a Bayunca. En este tramo la vía cuenta con doble calzada, dos

carriles por sentido de circulación en pavimento asfaltico, cuenta con bermas y cunetas laterales. Posee señalización vertical y horizontal en buen estado. Ver Fotografía 3.15.

Fotografía 3.15 Glorieta Acceso Nororiental De Cartagena



Glorieta Acceso Nororiental de Cartagena
Cartagena - Bolívar
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4731944 – N 2709046

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

La vía a Bayunca corresponde a un tramo de la Troncal del Caribe (Ruta 90) la cual permite llegar al Municipio de Sabanalarga, en un recorrido de 75 kilómetros, pasando antes por Bayunca, Clemencia, Santa Catalina, Palmar de Candelaria, Los Péndales, Luruaco, Arroyo de Piedra y Molinero. La Troncal del Caribe en el recorrido hasta Sabanalarga cuenta con una calzada con dos carriles, asfaltada, con bermas de un metro, señalización vertical y horizontal.

Al llegar a Sabanalarga se sale de la Ruta 90 y se continua el recorrido por la Variante Sabanalarga - Palmar de Varela en dirección a Palmar de Varela, es una vía primaria en doble calzada con una longitud de 19,18 kilómetros pertenece a la concesión Ruta Caribe administrada por la sociedad Autopistas del Sol S.A.S., la carpeta asfáltica, la señalización horizontal y vertical se encuentra en excelentes condiciones.

En la Glorieta de Palmar se toma la primera salida hacia Ponedera, luego de recorrer un tramo de un kilómetro de la variante de Palmar de Varela se conecta a la Ruta 25 (Troncal de Occidente). Ver Fotografía 3.16.

Fotografía 3.16 Variante Sabanalarga – Palmar De Varela



Variante Sabanalarga - Palmar de Varela
Palmar de Varela - Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4807148 – N 2743478

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Se toma la Ruta 25 en dirección al Sur, después de un recorrido de aproximadamente 10 Km se llega a la cabecera municipal de Ponedera, 8,0 km más al sur se encuentra el acceso al Parque Solar Guayepo III.

Fotografía 3.17 Ruta 25 Tramo Ponedera-Puerto Giraldo.



Ruta 25
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4804671 – N 2727837

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

El último tramo corresponde a una vía primaria pavimentada que cuenta con una calzada con dos carriles, hace parte de la Concesión Puerta de Hierro – Palmar de Varela y Carreto – Cruz del Viso de la Sociedad Concesionaria Vial Montes de María S.A.S. La vía recibió mantenimiento en el último trimestre del año 2018.

3.2.1.1.2.3 Puerto de Santa Marta (Sociedad Portuaria):

Se ubica en el extremo noroccidental de la Bahía de Santa Marta en la Carrera Primera No.10A-12 a 10 metro de altura sobre el nivel del mar. En sus siete muelles atiende las 24 horas del día todos los días del año, ofreciendo también el servicio logístico de almacenaje en sus bodegas y patios. Además, cuenta con servicio de ferrocarril, ofreciendo la posibilidad de efectuar cargues y descargues directos en los muelles. Ver Fotografía 3.18.

Fotografía 3.18 Puerto De Santa Marta (Sociedad Portuaria).



Puerto de Santa Marta
Santa Marta – Magdalena
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4867647 – N 2801541

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

La sociedad portuaria cuenta con cuatro terminales que son: Terminal general, Terminal de carbón, Terminal de granel y Terminal de contenedores.

Terminal de Carga General (TCG): A través de su empresa filial OPERLOG, ofrece servicios especializados para la atención de la carga brindando servicios de: descargue y cargue de motonaves, porteo y cargue para el despacho de mercancías, alquiler de equipos, suministro de personal, unitarización y desunitarización de carga, aprovisionamiento de buques y almacenaje en Zona Franca Comercial.

Las cargas más representativas que maneja son: Carga general, Vehículos, Aceros, Tuberías, Cargas de proyecto, Cargas Extra dimensionadas.

Al interior del Puerto cuenta con 10.600 m^2 de capacidad en almacenamiento descubierto y en zona externa con 31.764 m^2 de área descubierta y 9.417 m^2 de bodegas cubiertas.

Terminal de Contenedores (TC): Santa Marta International Terminal Company S.A. es una sociedad entre SSA International y la Sociedad Portuaria creada con el fin de administrar, operar y comercializar el terminal de contenedores del Puerto de Santa Marta.

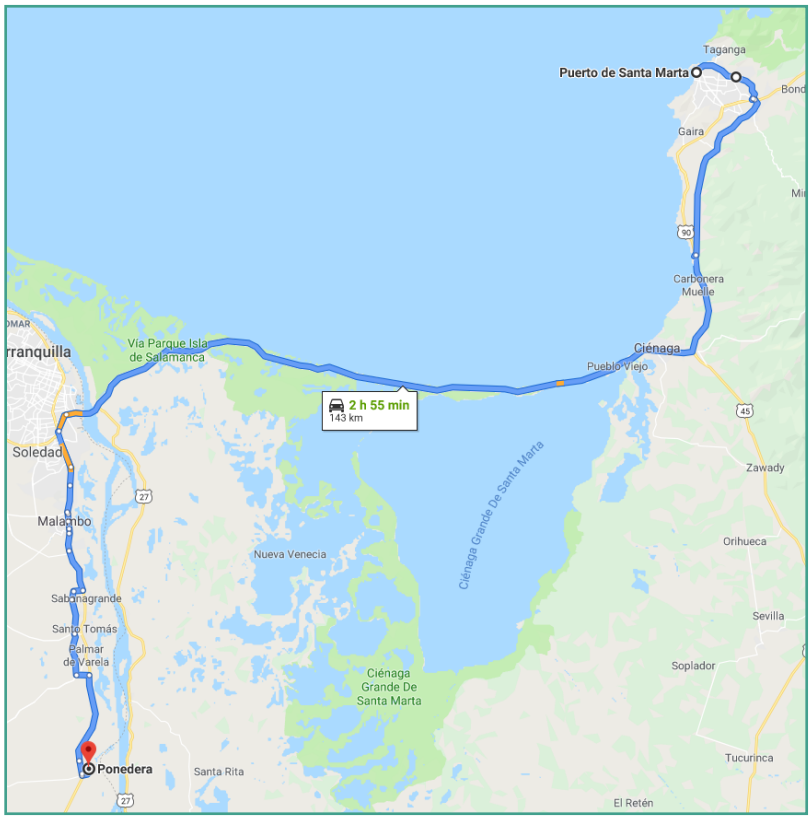
El Terminal de Contenedores del Puerto de Santa Marta cuenta con:

- 8,7 hectáreas para almacenamiento y operación.
- 320 metros de línea de atraque.
- 12,1 metros de calado para atención de Motonaves.
- 576 conexiones para contenedores refrigerados.
- Capacidad para operar 300.000 contenedores normalizados de 20 pies (TEUS).

Para la atención de motonaves, camiones para ingreso y retiro de contenedores y la planificación de las unidades en zona de almacenamiento, cuentan con: Dos (2) grúas pórtico Postpanamax, cuatro (4) Grúas RTG's, seis (6) carretillas para contenedores (Top Loaders), un (1) cargadores Side Pick para manejo de contenedores vacíos, veinte (20) camiones de patio y catorce (14) Bomb Carts.

A continuación, se describe la ruta terrestre desde el Puerto de Santa Marta hasta el Municipio de Ponedera (cruce de la Ruta 25 con el desvío al Corregimiento El Martillo), un trayecto de 145 km y un tiempo estimado de 2 horas con 44 minutos, por vía terrestre. Ver Figura 3.7.

Figura 3.7 Trayecto Puerto De Santa Marta – Ponedera.



Fuente: Google Maps, 2021.

Al partir de la Bahía de Santa Marta se toma la Vía Alterna al Puerto, vía de dos carriles y pavimento asfaltico en buen estado, un recorrido de 25,3 kilómetros hasta la conexión con la Troncal del Caribe (Ruta 90) en el sector Los Alcatraces (Ver Fotografía 3.19), se continua por esta última, 10,4 kilómetros en doble calzada y a la entrada del Municipio de Ciénaga se convierte en una calzada por 67,3 kilómetros hasta la ciudad de Barranquilla hasta el cruce con la Ruta 25.

Fotografía 3.19 Conexión de la Vía Alterna Al Puerto Con La Troncal De Caribe.



Vía alterna al Puerto
Santa Marta – Magdalena
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4867448– N 2783794

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Al salir de Ciénaga La Ruta 90 o Transversal del Caribe dispone de una calzada y de dos carriles en la mayoría del tramo. La estructura del pavimento flexible es buena, y cuenta con la respectiva señalización vertical y horizontal, cuenta con una berma de 2,0 metros de acuerdo con su categoría de carretera de primer orden, con un límite de velocidad de 80 km/h. Ver Fotografía 3.20.

Fotografía 3.20 Transversal Del Caribe, Ruta Carretera 90.



Transversal del Caribe
Ciénaga – Magdalena
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4828755 – N 2773240

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Cinco kilómetros antes de ingresar a la Ciudad De Barranquilla se encuentra el Peaje Laureano Gómez. Ver Fotografía 3.21.

Fotografía 3.21 Peaje Laureano Gómez.



Peaje Laureano Gómez
Sitio Nuevo – Magdalena
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4811074 – N 2771734

Fuente: Google Earth,2021.

En la entrada a Barranquilla, se presentan altos volúmenes de vehiculares, el estado de las vías es bueno a pesar de la señalización horizontal y vertical escasa, con un límite de velocidad de 60 Km/h.

Continua el recorrido por la Ruta 25 pasando por los municipios de Soledad, Malambo, Sabanagrande y Palmar de Varela hasta el Municipio de Ponedera a 37.1 Kilómetros. En el recorrido se encuentra el peaje de Sabanagrande. Ver Fotografía 3.22

Fotografía 3.22 Peaje de Sabanagrande



Peaje de Sabanagrande
Sabanalarga – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4807755 – N 2751950

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.23 Ruta 25 Palmar De Varela - Ponedera.



Variante de Palmar de Varela
Palmar de Varela – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4806827 – N 2746337

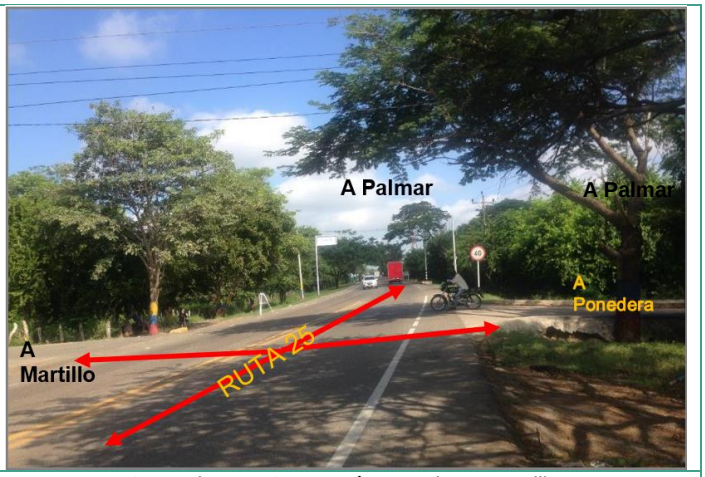


Ruta 25 – Palmar – Ponedera
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4807391 – N 2746335

Fuente: Google Earth,2021.

La Ruta 25 va en doble calzada hasta la salida de la variante de Palmar de Varela hacia Ponedera y continua de ahí en adelante en una calzada y doble sentido de circulación, velocidad máxima de 60 Km/h, la vía se encuentra en buen estado, señalización horizontal y vertical bien definidas.

Fotografía 3.24 Cruce Ruta 25 Con Vía Ponedera - Martillo.



Cruce de Ruta 25 con Vía Ponedera - Martillo
Ponedera - Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4807669 – N 2733802

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Pasando la cabecera municipal de Ponedera, 8,0 km más al sur se encuentra el acceso al Parque Solar Guayepo III.

Fotografía 3.25 Acceso Finca Buenavista Sobre Ruta 25.



Acceso Finca Buenavista
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4804070 – N 2726698

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.3 Sistema Vial Del Municipio de Ponedera.

La red urbana del Municipio de Ponedera está conformada por 33,50 Kilómetros de las cuales están pavimentadas 9,10 kilómetros, es decir, un 25,63% de la longitud total de las vías urbanas. Además, existen 0,26% kilómetros de vías contratadas para pavimentar.[1]

Las vías de acceso hacia los corregimientos se encuentran en un excelente estado, cuentan con una serie de caminos carreteables que comunican a las diferentes veredas y zonas de producción agrícola, pesquera, entre estas se encuentran las vías que conducen a Puerto España, Placer de julio, Santa Rita Viejo y la Ciénaga del Uvero, el 80% de estos carreteables se encuentran en aceptables condiciones, pero en los meses de lluvias máximas (septiembre y octubre) desmejoran notablemente dificultando el tránsito de vehículos, animales y personas[2].

VIAS PRINCIPALES MUNICIPIO DE PONEDERA:

Eje Vial Palmar de Varela - Ponedera – Santa Rita – Puerto Giraldo: Vía primaria pavimentada que cuenta con una calzada con dos carriles y una longitud de 26,7 kilómetros. Hace parte de la troncal de Occidente o Ruta 25 - Concesión Puerta de Hierro – Palmar de Varela y Carreto – Cruz del Viso de la Sociedad Concesionaria Vial Montes de María SAS.

Eje vial Ponedera - Sabanalarga: La carretera de carácter secundario y Tipo 1 con 21,58 kilómetros permite la comunicación Ponedera – Cascajal - Sabanalarga y viceversa.

Vía Santa Rita – La Retirada: con una longitud de 7,64 kilómetros corresponde a una carretera terciaria en afirmado que comunica los dos corregimientos.

[1] *http://www.ponedera-atlantico.gov.co/municipio/nuestro-municipio*
[2] *Plan de Desarrollo del Municipio de Ponedera 2016-2020.*

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se muestra la infraestructura vial existente**.**

3.2.1.1.4 Sistema Vial Del Municipio de Sabanalarga.

El sistema vial de Sabanalarga está definido por los ejes viales de carácter primario y secundario que atraviesan la zona Suburbana, conectando al municipio con los municipios aledaños y sus corregimientos. A partir de estos ejes se desprenden las demás vías que permiten el acceso a los corregimientos, veredas y predios. El municipio cuenta además con una amplia red vial en el casco urbano.

VIAS PRINCIPALES MUNICIPIO DE SABANALARGA:

Eje Vial Sabanalarga - Barranquilla: Vía primaria en doble calzada de 42 kilómetros, rehabilitada recientemente por la concesión Ruta Caribe administrada por la sociedad Autopistas del Sol S.A.S.

Eje Vial Sabanalarga – Cartagena: Vía primaria de una calzada con una longitud de 77 kilómetros pertenece a la concesión Ruta Caribe administrada por la sociedad Autopistas del Sol S.A.S.

Eje Vial Sabanalarga - Palmar de Varela: Esta Variante es una vía primaria en doble calzada con una longitud de 18,9 kilómetros pertenece a la concesión Ruta Caribe administrada por la sociedad Autopistas del Sol S.A.S.

Eje Vial Tramo Cascajal – Candelaria de 15 kilómetros permite la comunicación al sur con los corregimientos de Leña y Candelaria. La vía cuenta con una calzada, dos carriles y se encuentra pavimentada.

Eje Vial Tramo Sabanalarga – Manatí de 26 kilómetros cuenta con una calzada, dos carriles y se encuentra pavimentada.

Eje vial Ponedera - Sabanalarga. La carretera de carácter secundario y Tipo 1 con 21,58 kilómetros permite la comunicación Ponedera – Cascajal - Sabanalarga y viceversa.

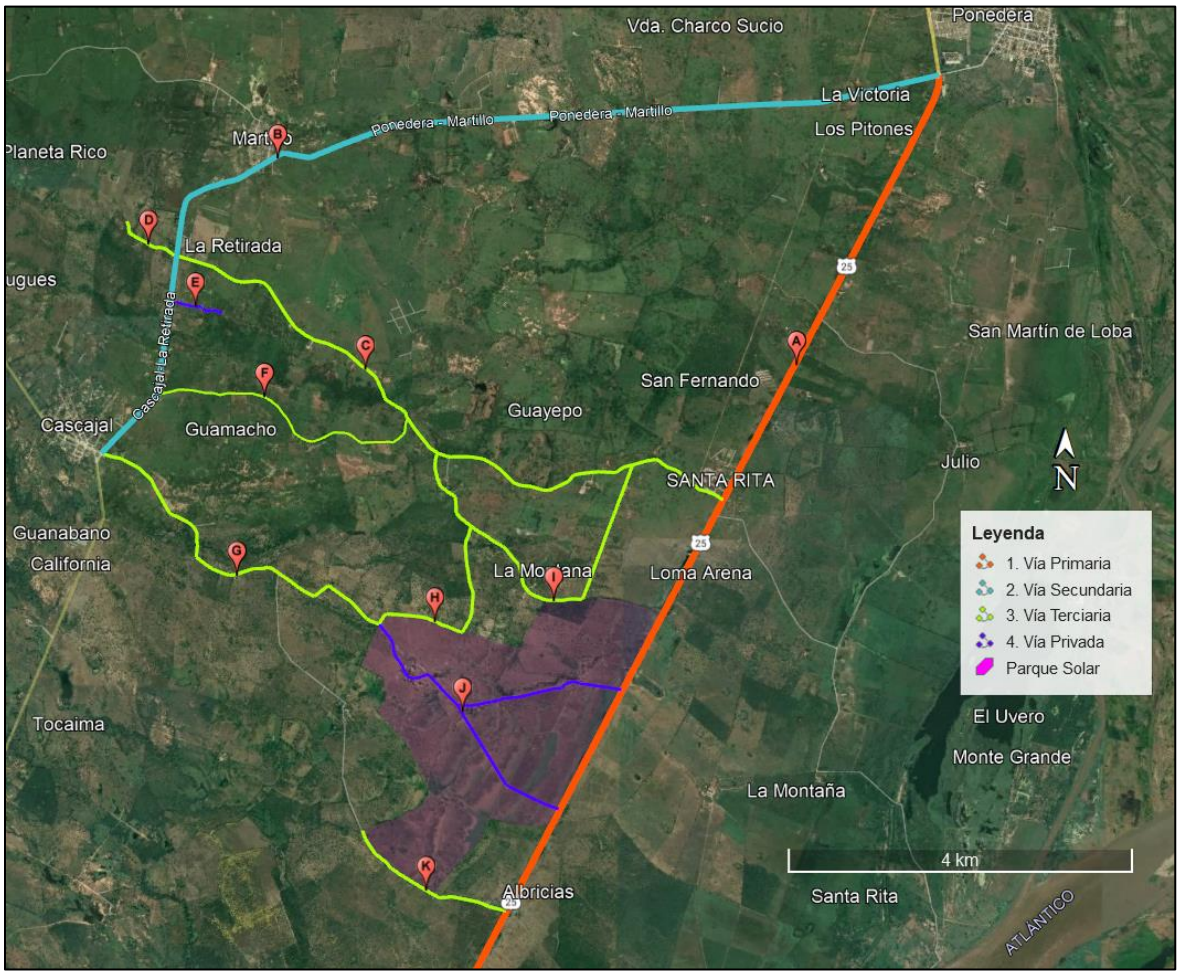
En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se muestra la infraestructura vial existente**.**

3.2.1.1.5 Vías existentes en el Área del Proyecto

Del estudio de sistema vial de los municipios de Ponedera y Sabanalarga se han identificado y caracterizado once tramos viales, entre vías pavimentadas, carreteables veredales y caminos privados, que permitirían el acceso a los predios donde se implantará el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su linea de evacuación. Las vías existentes se muestran en la Figura 3.8 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3.

No todas las vías existentes presentadas en este numeral serán utilizadas como accesos al proyecto, en el numeral 3.2.4 CARACTERISTICAS TECNICAS se describen los accesos que serán adecuados y usados durante la construcción y operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación de 500kV.

Figura 3.8 Vías existentes aledañas al Proyecto Fotovoltaico Guayepo



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

A. Vía Ponedera - Puerto Giraldo pertenece a la Ruta 25 – Troncal de Occidente, vía primaria administrada por la Agencia Nacional de Infraestructura ANI.
B. Vía Ponedera – Cascajal, vía de segundo orden que pertenece al eje vial Sabanalarga - Ponedera, es administrada por la gobernación del Atlántico.

De las dos vías descritas anteriormente se derivan vías de carácter terciario que comunican las veredas y permiten el acceso a los predios donde se localizará el proyecto.

C. Vía Santa Rita y La Retirada: corresponde a una vía terciaria en afirmado que comunica los dos corregimientos.
D. Vía La Retirada – Planeta Rico: Vía terciaria de acceso a los predios La Peggy y El Recuerdo, la vía es cruzada por la línea de evacuación entre la torre 19 y la conexión a la Línea de Guayepo 400MW.
E. Camino Privado Finca La María; permite el acceso a la servidumbre de la línea entre las torres 15 y 16 (ID ING Tabla 3-32).
F. Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti: Vía terciaría que cruza la línea de evacuación entre las torres 7 y 8 (ID ING Tabla 3-32). Conecta las vías Ponedera – Cascajal con la vía Santa Rita – La Retirada.
G. Vía de acceso a Finca La Bendición de Dios: Esta vía terciaria conecta el centro poblado de Cascajal con el acceso posterior de la Finca Buenavista (Predios donde se implantará el Parque Solar).
H. Vía de acceso a Predio San Rafael: Este camino se deriva de la vía Santa Rita y permite aproximarse por el norte al predio San Rafael, conectándose con el camino que va a la finca La Bendición de Dios y al corregimiento de Cascajal.
I. Vía de acceso Sector La montaña: Este camino se deriva de la vía Santa Rita y permite aproximarse por el norte al predio San Fernando 1 de la Finca Buenavista, más adelante se conecta con la vía denominada acceso a Predio San Rafael.
J. Caminos internos Finca Buenavista: Son caminos privados al interior de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar Guayepo III.
K. Vía de Acceso Predio Albricias: Es una vía terciaria en el extremo sur del Parque Solar y permite el acceso a los predios Albricias de la Finca Buenavista.

A continuación, se presentan las características generales de los corredores viales existentes identificados en el área del proyecto.

3.2.1.1.5.1 Ruta 25 - Troncal de Occidente, Tramo Ponedera – Puerto Giraldo.

Las instalaciones del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III de 200MW se encontrará al costado occidental de la Vía Nacional Troncal de Occidente - Ruta 25 - Tramo 16 Calamar - Barranquilla, entre el casco urbano de Ponedera y el corregimiento de Puerto Giraldo. Esta vía primaria administrada por la Agencia Nacional de Infraestructura atraviesa el país de Sur a Norte, iniciando en el Puente internacional de Rumichaca en la frontera con Ecuador hasta la ciudad de Barranquilla. El tramo vial cuenta con una calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, carriles de 3,5 metros de ancho y bermas de 2,0 metros, se encuentra asfaltada y en buenas condiciones.

El acceso principal del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III de 200MW se encontrará sobre la troncal, a 8,0 kilómetros del cruce de la Ruta 25 con la vía Sabanalarga -Ponedera.

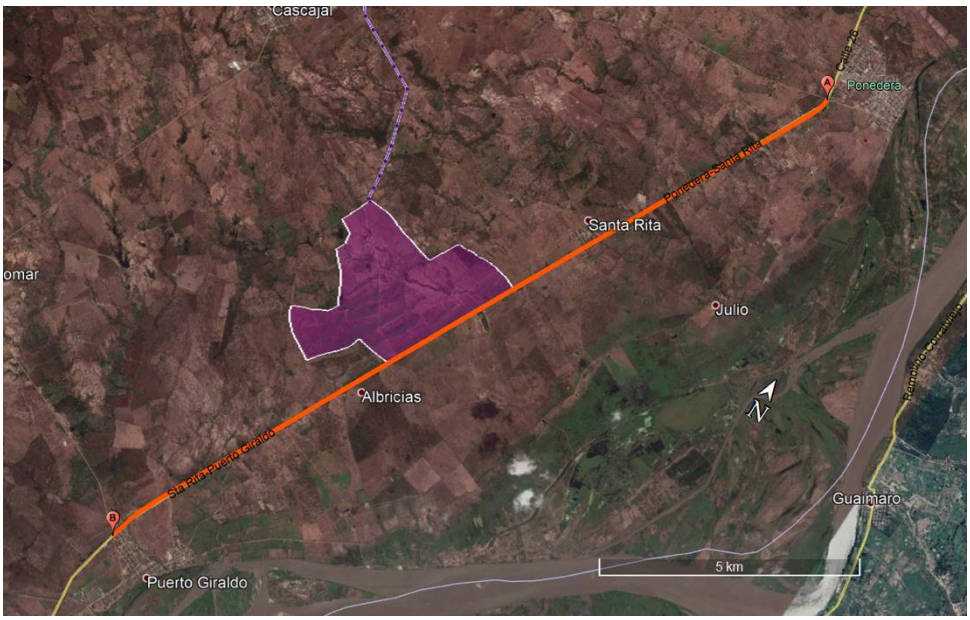
En la Tabla 3-6 se presentan las características principales de la vía.

Tabla 3-6 Descripción Ruta 25 – Tramo Ponedera – Puerto Giraldo.

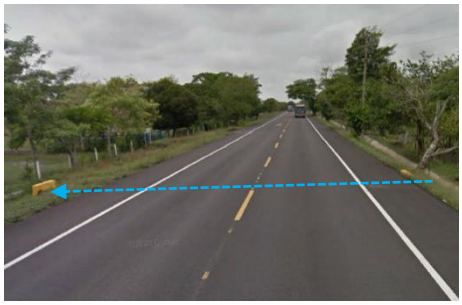
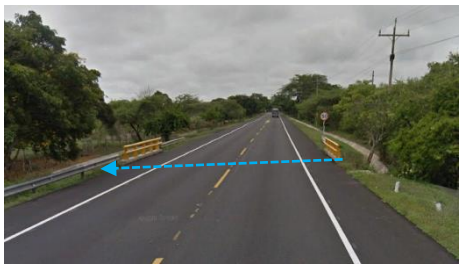
RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Santa Rita y Puerto Giraldo
Longitud de la vía o recorrido (km):	15,96	**Tipo de vía**	Primaria

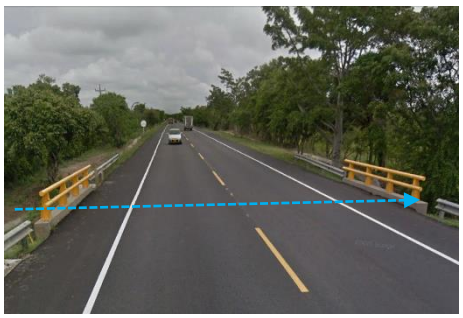
Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4807676	2733800
	Punto final	4800543	2719548
Coordenadas		Latitud	Longitud
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°38'07.63"N	74°45'31.90"O
	Punto final	10°30'22.47"N	74°49'23.98"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4807676	2733800	Iniciando el recorrido en el cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo y en dirección sur a Puerto Giraldo. La vía consta de una calzada con dos carriles de 3,5m más bermas de 2,0m. La vía presenta cunetas laterales que conducen el agua de escorrentía a los drenajes existentes.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+670	4807448	2733168	Alcantarilla de 24" con muros cabezales, sin aletas. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	
K1+350	4807130	2732566	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K1+810	4806915	2732159	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K3+066	4806331	2731035	Vía Acceso Finca Villa Mónica	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K3+480	4806147	2730677	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K3+850	4805975	2730355	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K4+280	4805793	2729972	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K5+070	4805412	2729268	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K5+150	4805284	2729041	Cámara para control de velocidad, velocidad máxima 50 Km/h	
K5+500	4805210	2728894	Acceso a vía terciaria Santa Rita – La Retirada. La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.3 Vía Santa Rita – La Retirada.	
K6+160	4805107	2728679	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	
K7+110	4804671	2727837	Pontón en concreto reforzado, 5x2,7m. con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K7+397	4802768	2724199	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía	
K7+690	4804403	2727323	Box Culvert en concreto reforzado, 4x2m. con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K8+140	4804193	2726922	Poste SOS vía concesionada. Ubicados cada 3 kilómetros aproximadamente.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K8+390	4804070	2726698	Acceso a Finca Buenavista (Predios del parque solar). La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.9 Camino Interno No.1 Finca Buenavista.	
K8+450	4804044	2726642	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1,5x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	
K9+050	4803768	2726108	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1x1,2m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	
K9+710	4803464	2725526	Alcantarilla en concreto reforzado. Sección circular en el exterior y al interior cuadrada 1x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K9+950	4803351	2725322	Acceso a Finca Buenavista (Predios del parque solar). La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.10 Camino Interno No.2 Finca Buenavista.	
K10+338	4803180	2724982	Box Culvert en concreto reforzado, 4x2,7m. con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K11+210	48002768	2724199	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía	
K11+275	4802748	2724158	Acceso a Predio Albricias. La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.11 Vía de acceso a predios Albricias I y II.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K11+725	4802542	2723752	Box Culvert en concreto reforzado, 5,6x1,6m. con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K12+440	4802212	2723101	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	
K13+150	4801887	2722473	Alcantarilla en concreto reforzado de sección cuadrada 1x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	
K14+190	4801418	2721556	Pontón en concreto reforzado y vigas de acero Sección libre 6x1m. Permite el tránsito del agua a través del terraplén de la vía.	

RUTA 25 – TRONCAL DE OCCIDENTE - TRAMO PONEDERA – PUERTO GIRALDO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K14+560	4801252	2721221	Box Culvert en concreto reforzado, sección irregular ancho superior 2,0m, ancho inferior 0,8m altura total 2,6m. con aletas en ambas márgenes, en buen estado, esta estructura funciona como paso de las aguas a través del terraplén de la vía.	
K15+075	4801021	2720754	Acceso a barrio Giraldito – Puerto Giraldo. Vía terciaria en afirmado.	
K15+960	4800599	2719666	Centro Poblado del corregimiento de Puerto Giraldo - Ponedera	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.2 Vía Sabanalarga - Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal.

El tramo Ponedera – Cascajal hace parte de la vía que comunica los municipios de Sabanalarga y Ponedera. La carretera de carácter secundario cuenta con una calzada de dos carriles de 2,9m sin bermas, uno para cada sentido de circulación, se encuentra asfaltada y en general presenta buenas condiciones de la carpeta asfáltica. Posee obras de drenaje que permiten el cruce de algunos arroyos y escorrentías en época de lluvias. Esta vía de acuerdo con la clasificación del INVIAS está diseñada para conectar las cabeceras municipales entre sí, o conectar los municipios con vías primarias, permite la movilización de vehículos de transporte público y carga pesada.

Sobre este corredor se encuentran los accesos a las vías: La Retirada – Santa Rita, La Retirada – Planeta Rico, Acceso a Finca Villa Mary y Acceso a Finca La Bendición de Dios en los kilómetros K9+643, K11+245 y K12+200 respectivamente.

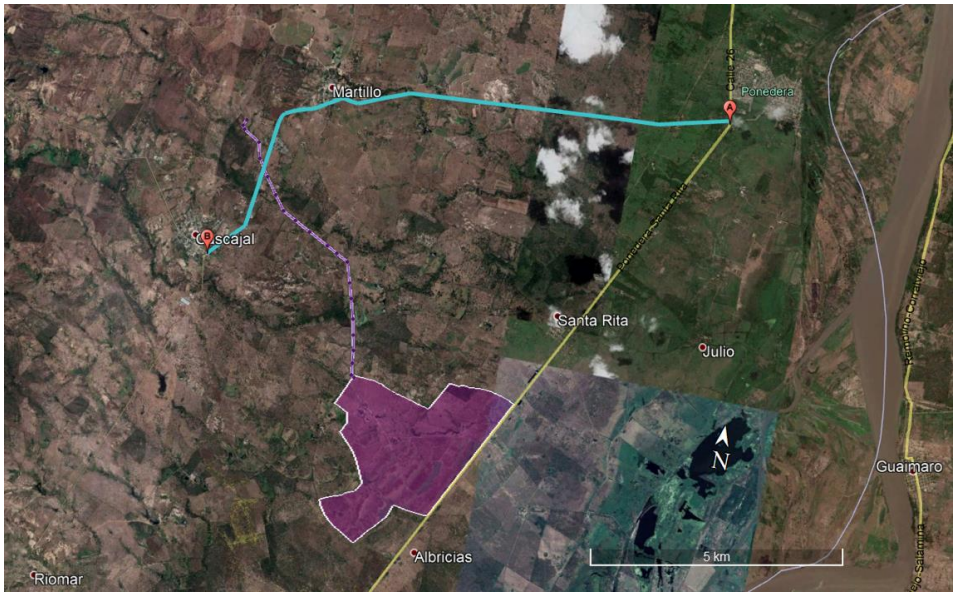
En la Tabla 3-7 se presentan las características principales de la vía.

Tabla 3-7 Descripción Vía Sabanalarga - Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal.

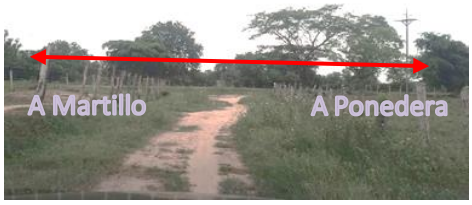
CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera y Sabanalarga
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Martillo, La Retirada y Cascajal
Longitud de la vía o recorrido (km):	12,15	**Tipo de vía**	Secundaria

Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4807676	2733800
	Punto final	4798011	2729374
Coordenadas		Latitud	Longitud
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°38'07.63"N	74°45'31.90"O
	Punto final	10°35'41.71"N	74°50'48.83"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4807676	2733800	Iniciando el recorrido en el cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va a Sabanalarga y en dirección oeste a Sabanalarga. La vía consta de una calzada con dos carriles de 2,9m sin bermas. Con capa de rodadura en pavimento asfaltico.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+581	4807112	2733660	Punto Referencia Vía PR21+000. Calzada doble sentido, vía secundaria, con algunas fisuras longitudinales, tipo 1, no cuenta con berma, señalización horizontal y vertical en buen estado.	
K0+913	4806783	2733579	Acceso Sector la Victoria	
K1+150	4806552	2733531	Cruce del Gasoducto de la Costa Atlántica LAM0241 propiedad de Promigas.	
K1+530	4806178	2733462	Alcantarilla sección cuadrada para drenaje de escorrentías en temporada de lluvias.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K2+110	4805600	2733438	Box Culvert en concreto reforzado, con su respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, en buen estado, presenta sedimentos, basuras y abundante vegetación lo que puede ocasionar que las aguas lluvias no fluyan con facilidad.	
K2+260	4805448	2733430	Box Culvert en concreto reforzado, presenta sedimentos y colmatación, basuras y abundante vegetación lo que puede ocasionar que las aguas lluvias no fluyan con facilidad.	
K2+590	4805120	2733404	Punto Referencia Vía PR19+000.	
K3+720	4803995	2733337	Alcantarilla sección cuadrada para drenaje de escorrentías en temporada de lluvias.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K4+000	4803696	2733329	Presenta fisuras de borde, debido a la falta de bermas o bordillo.	
K4+265	4803454	2733303	Alcantarilla sección cuadrada para drenaje de escorrentías en temporada de lluvias.	
K4+535	4803181	2733289	Box culvert doble, en concreto reforzado, presenta sedimentos y colmatación, basuras y abundante vegetación lo que puede ocasionar que las aguas lluvias no fluyan con facilidad.	
K4+740	4802971	2733275	Alcantarilla sección cuadrada para drenaje de escorrentías en temporada de lluvias.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K5+590	4802129	2733222	Alcantarilla sección cuadrada para drenaje de escorrentías en temporada de lluvias.	
K6+290	4801430	2733180	Alcantarilla sección cuadrada para drenaje de escorrentías en temporada de lluvias.	
K7+650	4800109	2732827	Entrada al Corregimiento El Martillo, viviendas a lado y lado de la vía, líneas de baja tensión, señalización vertical y horizontal en buen estado.	
K8+000	4799844	2732697	Alcantarilla de sección cuadrada con muros cabezales y aletas en ambas márgenes. Permite el drenaje de escorrentías superficiales. Presenta acumulación de sedimentos.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K8+440	4799454	2732503	Alcantarilla de sección cuadrada con muros cabezales y aletas en ambas márgenes. Permite el drenaje de escorrentías superficiales. Presenta acumulación de sedimentos, basuras y abundante vegetación.	
K9+583	4798869	2731702	Abscisado vía PR12+00 en Corregimiento de La Retirada	
K9+643	4798859	2731644	Acceso a los predios La Primera y Guayepo, en el sector de la Retirada, permite el acceso a la línea de evacuación Torre 19. La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.4 Vía La Retirada – Planeta Rico	
K9+643	4798859	2731644	Alcantarilla de 36”. con el respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes. Estructura en buen estado, presenta acumulación de sedimentos.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K10+097	4798802	2731192	Sitio de cruce de la línea de evacuación proyectada. Entre torres 15 y 16.	
K10+565	4798742	2730732	Box Culvert sobre arroyo Guayepo, estructura en buen estado, cauce seco. Con abundante vegetación, basura y sedimentos.	 
K10+590	4798738	2730701	Abscisado vía PR11+00	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K11+155	4798665	2730144	Alcantarilla sección múltiple, presenta acumulación de sedimentos.	
K11+245	4798670	2730056	Acceso a Finca Villa Mary. La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.5 Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.	
K12+010	4798139	2729516	Inicio del núcleo poblado del corregimiento de Cascajal se tienen construcciones a ambos lados de la vía y líneas de baja tensión. El pavimento y señalización horizontal se encuentra buen estado.	
K12+170	4798032	2729397	Alcantarilla 24” con el respectivo muro cabezal y aletas en ambas márgenes, aguas abajo presenta estructura para direccionar el agua. Drenaje de escorrentías superficiales no presenta sedimentación.	

CARRETERA SABANALARGA - PONEDERA – TRAMO PONEDERA – CASCAJAL.				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K12+156	4798011	2729374	Acceso a vía terciaria a Finca La bendición de Dios.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.3 Vía Santa Rita – La Retirada.

A 5,5 kilómetros al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el acceso a Santa Rita, vía terciaria en afirmado con un ancho promedio de 7,0m.

La vía de uso frecuente de los habitantes del sector presenta buenas condiciones para el tránsito vehicular, cuenta con algunas obras de drenaje sobre los arroyos principales y algunas bateas para el cruce de escorrentías en el sector de la Retirada.

Sobre este corredor se encuentran los accesos a: Sector La montaña, Predio San Rafael y Acceso a las Fincas Villa Otti y Villa Mary en los kilómetros K1+200, K3+651 y K4+181 respectivamente.

En la Tabla 3-8 se describe con detalle la vía Santa Rita – La Retirada.

Tabla 3-8 Descripción Vía Santa Rita – La Retirada.

CARRETERA SANTA RITA – LA RETIRADA			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Martillo, Santa Rita y La Retirada
Longitud de la vía o recorrido (km):	7,64	**Tipo de vía**	Terciaria

Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4805219	2728897
	Punto final	4798859	2731644
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°35'27.50"N	74°46'51.93"O
	Punto final	10°36'55.85"N	74°50'21.31"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4805219	2728897	Inicio recorrido entrada al corregimiento de Santa Rita desvió de la vía principal Ruta 25 a tomar carreteable a nivel afirmado, viviendas a un costado de la vía los primeros 400m, luego se presenta grandes extensiones de tierras (fincas) a lado y lado de la vía.	

CARRETERA SANTA RITA – LA RETIRADA				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+365	4804889	2729046	Estación de Gas Natural, perteneciente a la Empresa Gas Caribe.	
K0+800	4804523	2729289	La vía posee un ancho promedio de 7,0m con presencia de vegetación lateral, se debe hacer poda de estos árboles para el fácil acceso de las cargas y vehículos. Presencia de líneas de baja tensión en la vía.	
K0+890	4804458	2729339	Acceso a Finca Macondal	
K1+200	4804163	2729287	Acceso al camino veredal que lleva al lindero con el predio La Montaña.	

CARRETERA SANTA RITA – LA RETIRADA				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K1+522	4803870	2729207	Acceso a Finca Macondal, vía en afirmado en buen estado, esta vía no cuenta con obras de drenaje, indicando apozamiento de agua y que el suelo se sature en épocas de lluvia.	
K3+000	4802534	2729293	Abscisado de la vía PR3+000	
K3+651	4801908	2729406	Cruce con vía que conduce al predio San Rafael. . La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.7 Vía de acceso a predio San Rafael.	
K3+668	4801889	2729418	Puente sobre Arroyo El Cojo, con Ancho: 5,5m, Largo: 7,3m y altura: 3,3m. Presenta abundante vegetación, no presenta acumulación de basuras o sedimentos. La estructura se encuentra en buen estado.	

CARRETERA SANTA RITA – LA RETIRADA				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K4+181	4801555	2729791	Acceso a Finca Villa Otti. La vía se describe con detalle en el numeral 3.2.1.1.5.5 Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.	
K4+580	4801273	2730045	Puente sobre Arroyo Guayepo, con Ancho: 5,4m, Largo: 7,0m y altura: 2,6m. presenta acumulación de sedimentos, y abundante vegetación. La estructura se encuentra en buen estado.	
K4+972	4801056	2730365	Acceso Vía interna	
K5+900	4800253	2730809	Carreteable a nivel afirmado el cual tiene un ancho promedio de 6 m, en algunos tramos se angosta a 4 m, es transitable en tiempo seco, presenta desgaste y perdida de material grueso en la capa superficial, lo que hace que se presente apozamiento de agua y el suelo se sature en épocas de lluvia.	

CARRETERA SANTA RITA – LA RETIRADA				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K6+919	4799529	2731377	Intersección con carreteable que conduce al corregimiento de El Martillo.	
K7+182	4799295	2731516	Batea Ancho 5,0m x Largo 7,0m	
K7+420	4799084	2731587	Bajo en la vía en el sector urbano de La Retirada.	
K7+640	4798859	2731644	Intersección con Vía Ponedera - Sabanalarga, acceso irregular, con baches y desnivel pronunciado.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.4 Vía La Retirada – Planeta Rico

En el K9+643 de la vía Ponedera – Cascajal sobre el costado occidental de la vía se encuentra la vía de acceso a los predios La Peggy y El Recuerdo donde se ubicarán las últimas 4 torres de la línea de evacuación (Torres 17 a 20 - ID ING Tabla 3-32).

La vía terciaria en afirmado tiene un ancho promedio de 3,5m y cruza la línea entre la torre 19 y su conexión con la línea de evacuación del proyecto Guayepo 400MW, a aproximadamente 750m de la vía principal.

La vía de uso frecuente de los habitantes del sector presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

En la Tabla 3-9 se describe con detalle la vía La Retirada – Planeta Rico.

Tabla 3-9 Descripción Vía de La Retirada – Planeta Rico

ACCESO LA RETIRADA – PLANETA RICO			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Sabanalarga
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Cascajal y Martillo
Longitud de la vía o recorrido (km):	0,75	**Tipo de vía**	Terciaria

Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4798859	2731644
	Punto final	4798284	2732041
Coordenadas		Latitud	Longitud
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°36'55.99"N	74°50'21.46"O
	Punto final	10°37'8.56"N	74°50'40.51"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4798859	2731644	En el K9+643 de la vía Ponedera – Cascajal, sobre el costado derecho de la vía se encuentra la vía de acceso a los predios La Peggy y El Recuerdo.	

ACCESO LA RETIRADA – PLANETA RICO				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K 0+100	4798751	2731693	Vía en afirmado, con segmentos en terreno natural, con un ancho promedio de 3,5m, presenta baches profundos en la capa de rodadura, y pérdida de material agregado grueso, por lo que en época de lluvia el tránsito de vehículos se dificulta ya que la superficie se vuelve resbalosa al contacto con las llantas de los vehículos.	
K0+746	4798284	2732041	Cruce de la línea de evacuación y la vía de acceso.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.5 Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.

En el K11+245 de la vía Ponedera – Cascajal sobre el costado oriental de la vía se encuentra la vía de acceso a las Finca Villa Mary y Villa Otti, el acceso va paralelo a la línea de evacuación y la cruza entre las torres 7 y 8 (ID ING Tabla 3-32).

La vía terciaria en afirmado tiene un ancho promedio de 4,0m y en sus costados se ubican cercas verdes con vegetación abundante, también presenta zonas con bancos de arena fina.

La vía de uso frecuente de los habitantes del sector presenta condiciones aceptables de transitabilidad, en general no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

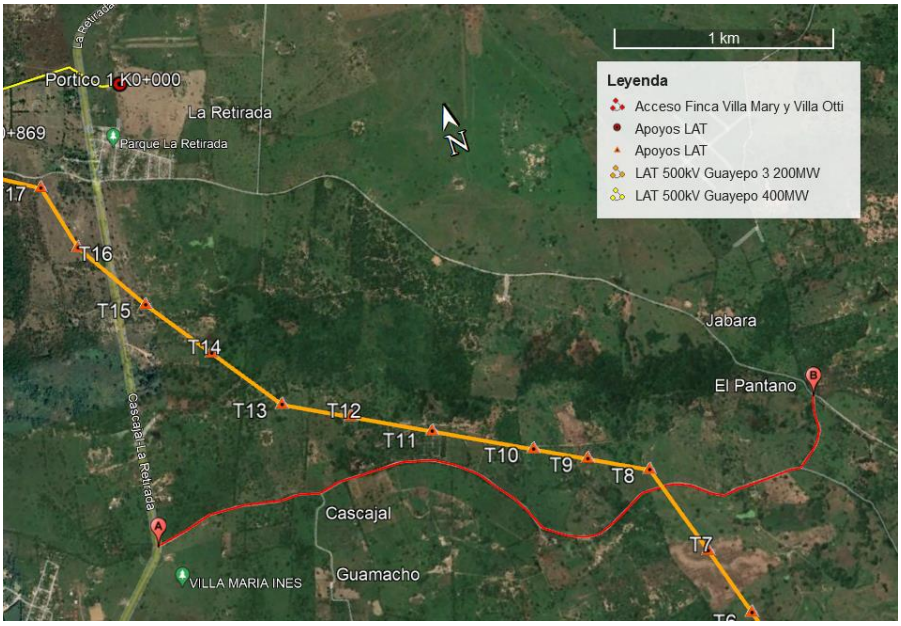
En la Tabla 3-10 se describe con detalle la vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.

Tabla 3-10 Descripción Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Santa Rita y La Retirada
Longitud de la vía o recorrido (km):	3,39	**Tipo de vía**	Terciaria

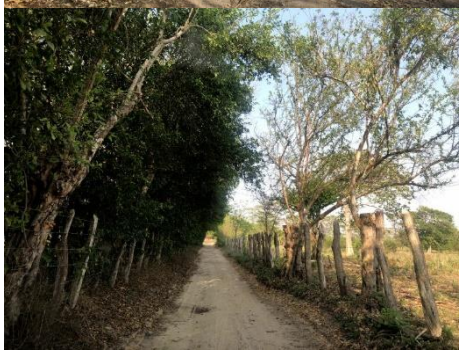
Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4798670	2730056
	Punto final	4801557	2729790
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°36'3.95"N	74°46'15.77"W
	Punto final	10°35'56.19"N	74°50'28.06"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4798670	2730056	En el K11+245 de la vía Ponedera - Sabanalarga sobre el costado oriental se encuentra el acceso a las fincas Villa Mary y Villa Otti. Vía en tierra.	

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+064	4798717	2730061	El camino en terreno natural tiene un ancho de 4.00m. con abundante vegetación en la cerca en el costado occidental. Se presenta un camino ondulado con zonas de baches de aproximadamente 100m.	
K0+425	4799070	2730103	Acceso a finca	
K0+530	4799189	2730081	Ancho del tramo 4,0 metros con abundante vegetación en los costados, se observa poste de la red eléctrica. Se observan ahuellamientos y zonas de arenas.	
K0+606	4799266	2730082	Acceso a finca. En este sector se presenta ahuellamientos y zonas de arenas.	

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+726	4799373	2730063	Acceso a finca. Camino en terreno natural requiere poda de la vegetación de cerca.	 
K0+920	4799566	2730074	Portón Finca Villa Mary. Camino en terreno natural con ancho 4,0 metros.	
K1+080	4799723	2730074	Sección del camino con ancho 11,3 metros. En terreno natural sin ahuellamientos o baches.	

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K1+442	4800054	2729930	Acceso a predio, en este predio se proyecta la línea de evacuación. Portón de ancho 3.10m y camino interno de 4.00m. En este sector el camino público tiene 11,0 metros de ancho en terreno natural.	 
K1+792	4800233	2729633	Acceso a predio. En este sector el camino público tiene un derecho de vía de 11,0 metros de ancho en terreno natural. La mitad del sendero tiene vegetación.	
K2+002	4800413	2729530	Acceso a predio. En este sector el camino público tiene 8,00 metros de ancho con presencia de bancos de arena.	

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K2+188	4800597	2729581	Alcantarilla de 12 pulgadas en acero. Ancho de vía 3.2 m. Derecho de vía 5.0 metros.	
K2+328	4800712	2729634	Acceso a predio. En este predio se proyecta la línea de evacuación. En este sector el camino público tiene 4,50 metros de ancho en terreno natural.	
K2+415	4800788	2729630	Sitio de cruce con la línea de alta tensión proyectada entre la Torre 7 y Torre 8	
K2+468	4800841	2729627	Tramo de aproximadamente 60,0 metros con cárcavas y perdida de material. Ancho 7,0 metros.	

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K2+716	4801052	2729517	En este sector el camino público tiene 8,00 metros de ancho con presencia de bancos de arena.	
K2+811	4801165	2729526	Portón Finca Villa Otti. Camino con ancho 4,0 metros y en terreno natural.	
K3+036	4801386	2729520	Intersección con camino cerrado.	
K3+278	4801528	2729681	Ancho camino 4.0m con cercas vivas a los dos costados.	

VÍA DE ACCESO A FINCAS VILLA MARY Y VILLA OTTI				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K3+393	4801557	2729790	Intersección con vía Santa Rita - La Retirada.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.6 Vía de acceso a Finca La Bendición de Dios.

En el K12+200 de la vía Ponedera – Cascajal en el límite del centro poblado y sobre el costado oriental de la vía se encuentra la vía de acceso a las Finca La Bendición de Dios, es una vía terciaria en afirmado con ancho variable entre 7 y 10 metros con presencia de vegetación en el derecho de vía.

La vía de uso frecuente de los habitantes del sector presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

En el K1+633 cruza el arroyo El Cojo sin presencia de estructura, el cruce de vehículos se realiza mediante vadeo del cauce.

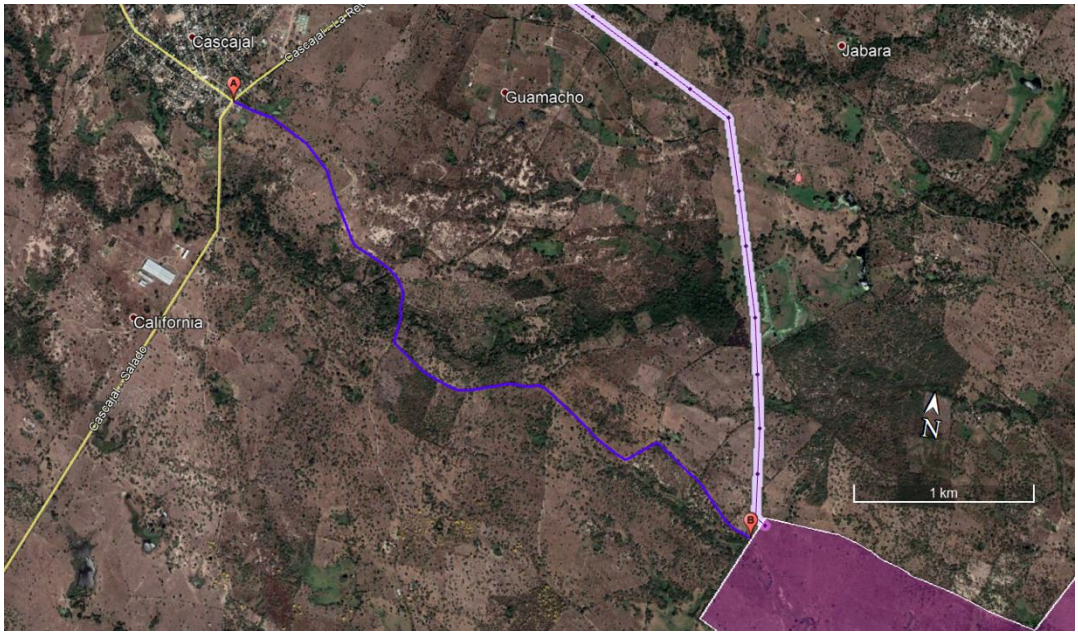
En la Tabla 3-11 se describe con detalle la vía de acceso a Fincas La Bendición de Dios.

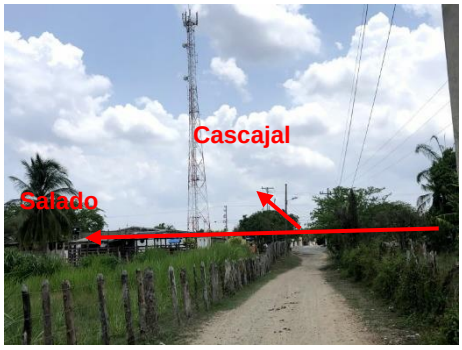
Tabla 3-11 Descripción Vía de acceso a Finca La Bendición de Dios.

VÍA DE ACCESO A FINCA LA BENDICIÓN DE DIOS			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera - Sabanalarga
		Unidad Territorial:	Corregimiento de Santa Rita
Longitud de la vía o recorrido (km):	4,27	**Tipo de vía**	Terciaria

Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4798011	2729374
	Punto final	4801246	2727422
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°35'41.70"N	74°50'48.87"O
	Punto final	10°34'39.21"N	74°49'2.30"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4798011	2729374	En el K12+200 de la vía Ponedera – Cascajal, en la intersección con la vía que va al corregimiento de Salado se encuentra el Acceso a la Finca La Bendición de Dios. Vía terciaria con tramos en afirmado y en terreno natural.	

VÍA DE ACCESO A FINCA LA BENDICIÓN DE DIOS				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+740	4798626	2729004	Portón Finca la Bendición de Dios. La vía en este sector tiene un ancho de 10 m, en terreno natural con algunas baches y evidencias de encharcamientos.	
K1+062	4798784	2728727	Acceso a finca. La vía en este sector tiene un ancho de 10 m, en terreno natural superficie homogénea.	
K1+420	4799086	2728532	Intersección con vía cerrada de acceso a fincas. La vía en este sector tiene un ancho de 10 m, en terreno natural con aporte de afirmado.	
K1+542	4799132	2728423	Acceso a Finca El Refugio. Vía con ancho 8,00m en terreno natural con aportes de agregados. Talud de corte en el costado occidental. Vegetación abundante en los costados.	

VÍA DE ACCESO A FINCA LA BENDICIÓN DE DIOS				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K1+633	4799144	2728347	Cruce de arroyo El Cojo. El cruce se hace por vadeo. Presenta una estructura de madera aguas arriba para el cruce de peatones y motocicletas.	
K1+793	4799132	2728184	Intersección. Vía en buen estado, superficie homogénea ancho 10,0 metros.	
K2+291	4799565	2727993	Acceso a Finca. Vía con ancho 10,00m en terreno natural, vía en buen estado superficie.	
K3+530	4800658	2727865	Acceso a Finca. Vía con ancho 10,00m en terreno natural, vía en buen estado superficie homogénea.	

VÍA DE ACCESO A FINCA LA BENDICIÓN DE DIOS				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K3+696	4800793	2727769	Ancho vía 8 metros, en terreno natural con ahuellamientos profundos. Y vegetación en medio del derecho de vía.	
K3+800	4800874	2727720	Ancho vía 10 metros, en terreno natural con ahuellamientos y árbol en medio del derecho de vía.	
K4+225	4801202	2727450	Vía con ancho 10 metros en terreno natural, vía en buen estado, superficie homogénea.	
K4+272	4801246	2727422	Acceso posterior Finca Buenavista. En el sector occidental de los predios del Parque Solar.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.7 Vía de acceso a predio San Rafael.

En el K3+651 de la vía terciaria Santa Rita – La Retirada se encuentra el acceso al camino veredal que permite la llegada al predio San Rafael que hace parte de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

La vía terciaria mayormente en suelo natural con algunos sectores en afirmado tiene un ancho variable entre los 3,2 y 8,0 metros.

La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

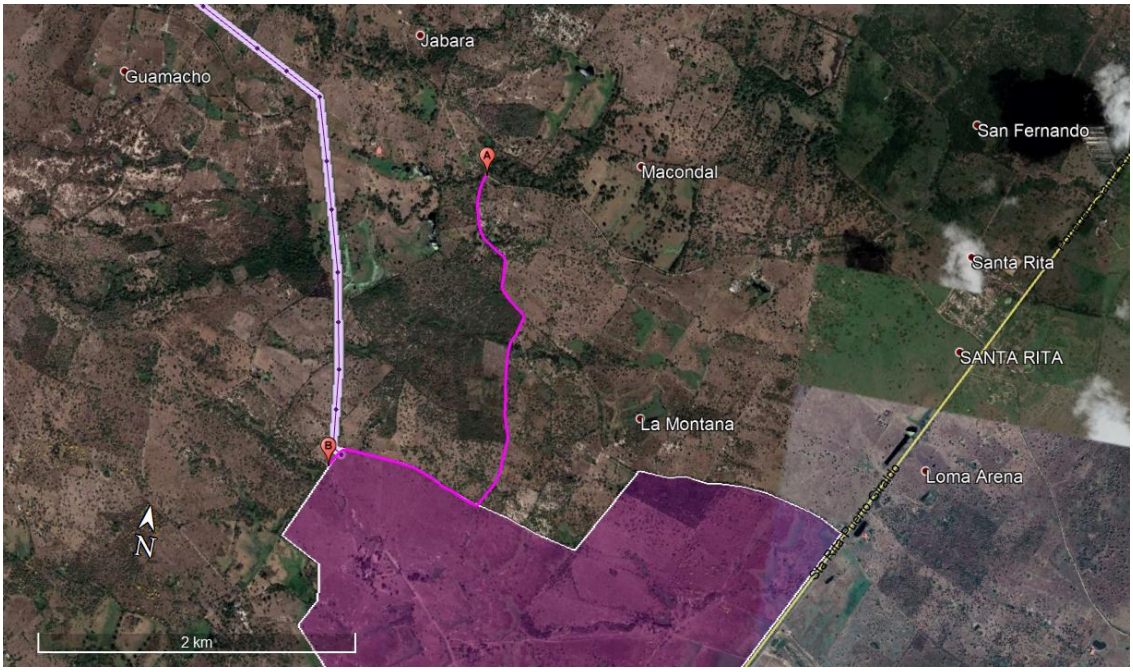
En la Tabla 3-12 se describe con detalle la vía de acceso al Predio San Rafael.

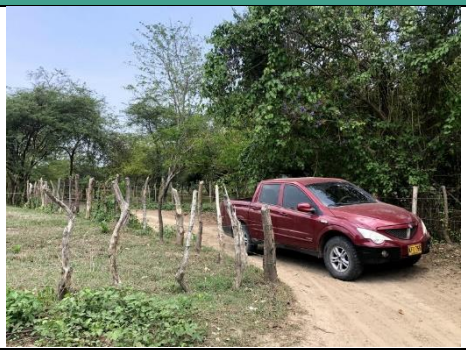
Tabla 3-12 Descripción Vía de acceso a Predio San Rafael

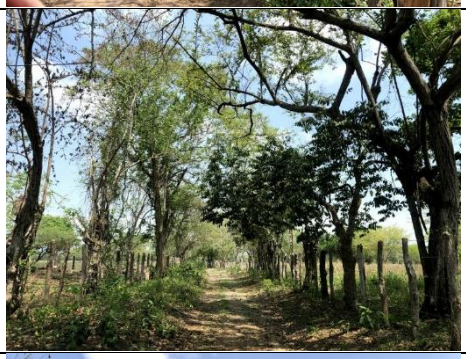
VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimiento de Santa Rita
Longitud de la vía o recorrido (km):	3,35	**Tipo de vía**	Terciaria

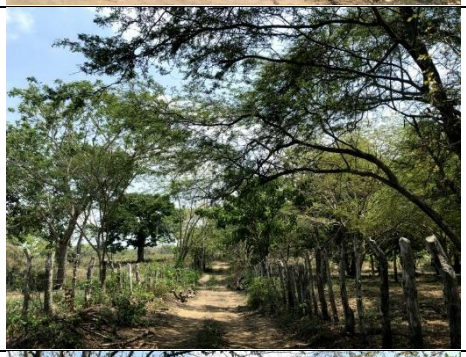
Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4801908	2729406
	Punto final	4801246	2727422
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°35'43.60"N	74°48'40.79"O
	Punto final	10°34'39.21"N	74°49'2.30"O

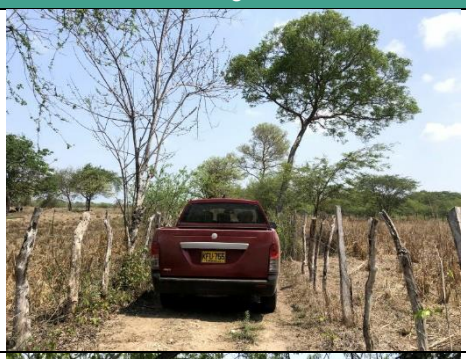
Figura de localización

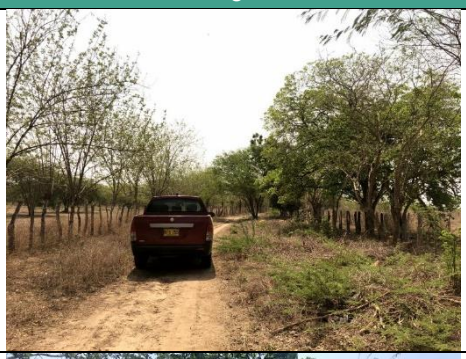


Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4801908	2729406	Partiendo del K3+651 de la vía Santa Rita – La Retirada sobre el costado sur se accede a la vía terciaria que conecta con predios del Parque Solar proyectado. El acceso tiene un ancho promedio de 4,00 metros con zonas de baches y ahuellamientos.	

VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+000	4801908	2729406	Vista de la conexión con la vía Santa Rita – La Retirada cerca al box Culvert del arroyo El Cojo.	
K0+476	4802005	2728978	El acceso tiene un ancho promedio de 5,00 metros con zonas de baches y ahuellamientos.	
K0+792	4802134	2728722	Intersección con vía sentido oriente - occidente. Ancho 8,0 metros con maleza y ahuellamientos.	
K0+950	4802244	2728607	Tramo con ancho de 8,0 metros. Terreno natural con arenas y con maleza en la mitad del derecho de vía.	

VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K1+025	4801908	2729406	Intersección con vía proveniente del oriente. Se continua en dirección sur, el acceso tiene un ancho promedio de 5,00 metros con zonas de baches y ahuellamientos.	
K1+160	4802257	2728436	Acceso a Finca. Vía con ancho 5,00m en terreno natural, vía en buen estado superficie homogénea.	
K1+232	4802236	2728369	Punto bajo de cruce de drenaje existente sin estructura. Ancho 4,0 m. con ahuellamientos y superficie irregular.	
K1+467	4802255	2728132	Punto bajo. Ancho 4,0 m. con ahuellamientos e inundable en temporada de lluvias. Se presenta caída de ramas de los árboles de las cercas.	

VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K1+784	4802321	2727828	Tramo estrecho con ancho de 3.2 metros. Presenta indicios de encharcamiento.	
K2+077	4802306	2727535	Acceso a finca. Vía con ancho 4,00m en terreno natural, vía en buen estado superficie homogénea.	
K2+190	4802258	2727434	Tramo con ancho 4,00m en terreno natural, superficie irregular con ahuellamiento y presencia de raíces.	
K2+419	4802089	2727393	Tramo con ancho 4,00m en terreno natural, superficie irregular con maleza, ahuellamiento y presencia de raíces.	

VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K2+820	4801712	2727529	Tramo con ancho 13,00m en terreno natural, superficie con maleza y ahuellamientos.	
K3+093	4801436	2727549	Tramo con ancho 4,00m en terreno natural, vegetación de cerca abundante.	
K3+203	4801332	2727550	Tramo con ancho 4,00m en terreno natural, residuos de material de poda en la vía.	
K3+300	4801280	2727491	Tramo con ancho 9,00m en terreno natural, vegetación en la vía y ahuellamientos.	

VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K3+354	4801246	2727422	Acceso posterior Finca Buenavista. En el sector occidental de los predios del Parque Solar.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.8 Vía de acceso al sector La Montaña.

En el K1+200 de la vía terciaria Santa Rita – La Retirada se encuentra el acceso al sector denominado La Montaña, un camino veredal que permite la llegada al lindero del predio San Fernando 1, predio que hace parte de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

La vía terciaria mayormente en suelo natural con algunos sectores en afirmado tiene un ancho variable entre los 5,0 y 10,0 metros.

La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

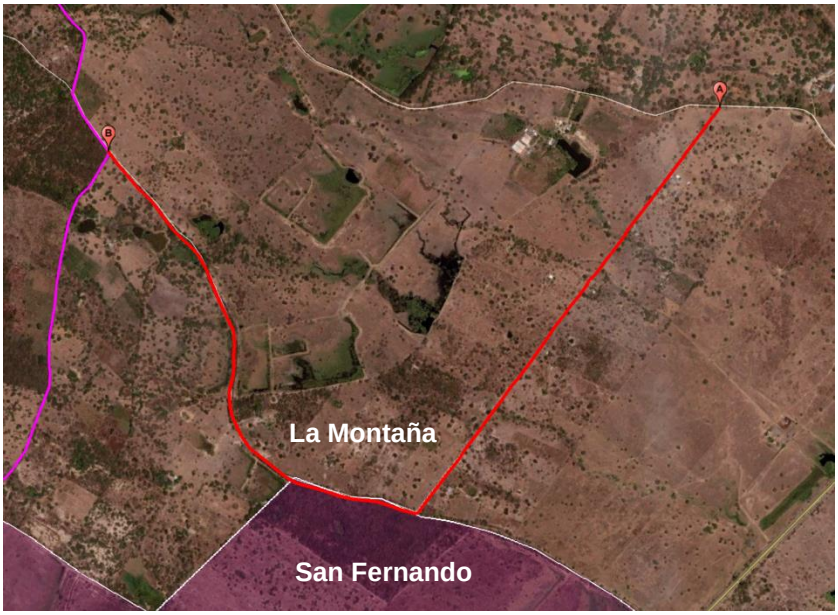
En la Tabla 3-13 se describe con detalle la vía de acceso al sector La Montaña.

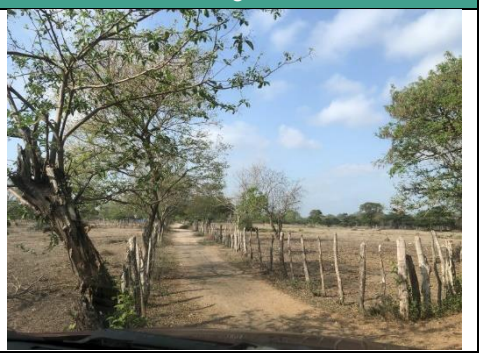
Tabla 3-13 Descripción Vía de acceso a sector La Montaña

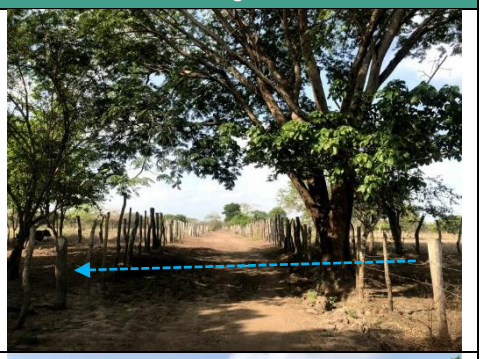
VÍA DE ACCESO A SECTOR LA MONTAÑA			
Departamento:	Atlántico	Municipio:	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimiento de Santa Rita
Longitud de la vía o recorrido (km):	3,33	Tipo de vía	Terciaria

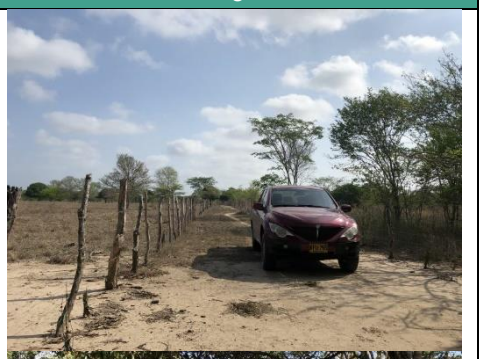
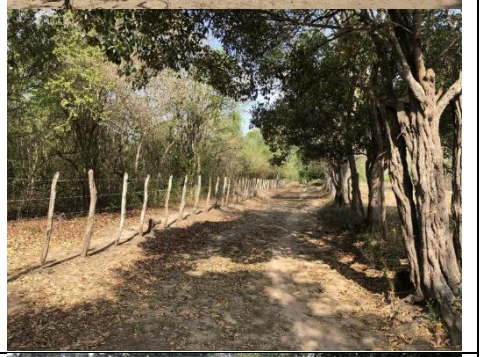
Coordenadas		Este	Norte
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	Punto inicial	4804163	2729287
	Punto final	4802295	2728566
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	Punto inicial	10°35'40.18"N	74°47'26.52"O
	Punto final	10°35'16.57"N	74°48'27.96"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4804163	2729287	Sobre la vía Santa Rita – La Retirada a 1,2 Km de Santa Rita se encuentra el acceso al camino veredal que lleva al lindero con el predio La Montaña. La vía terciaria sobre terreno natural tiene un ancho promedio de afirmado con ancho 5,0 metros.	

VÍA DE ACCESO A SECTOR LA MONTAÑA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+525	4803982	2728792	Zona baja cruce de escorrentías, evidencias de encharcamiento. Ancho vía 5,5 metros.	
K0+630	4803942	2728686	Zona baja cruce de escorrentías, evidencias de encharcamiento. Ancho vía 6,0 metros.	
K0+690	4803920	2728634	Zona baja cruce de escorrentías, evidencias de encharcamiento. Ancho vía 5,8 metros.	
K1+225	4803723	2728097	Zona baja cruce de escorrentías, evidencias de encharcamiento. Ancho vía 5,8 metros.	

VÍA DE ACCESO A SECTOR LA MONTAÑA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K1+640	4803596	2727740	Intersección con camino existente, se continua el recorrido en dirección al occidente. En este punto se encuentra el lindero del predio San Fernando 1.	 
K2+060	4803172	2727727	La vía presenta un ancho variable en 7 y 13 metros con abundante vegetación de cerca y herbáceas en el derecho de vía. El lindero del predio San Fernando 1 se encuentra sobre el margen sur.	
K3+334	4802295	2728566	Cruce con la vía de acceso al Predio San Rafael	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

3.2.1.1.5.9 Camino Interno No.1 Finca Buenavista.

A 8,4 kilómetros al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el acceso a la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

Al interior de la finca se encuentra este camino que atraviesa los predios de oriente a occidente, presenta tramos sobre terraplenes hechos con material de préstamo y tramos sobre terreno natural.

La vía privada tiene ancho variable desde 3,8 metros en sectores sobre terraplén hasta 14 metros en áreas planas, presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

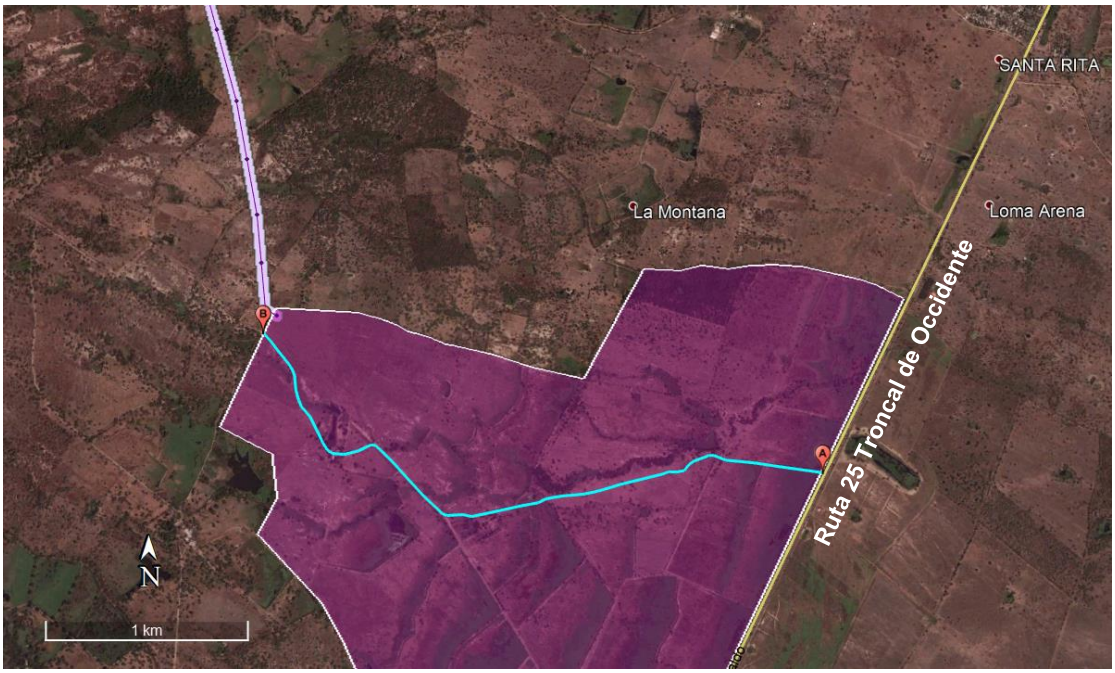
En la Tabla 3-14 se describe con detalle la vía interna No. 1 de la Finca Buenavista.

Tabla 3-14 Descripción Camino Interno No.1 Finca Buenavista.

CAMINO INTERNO No.1 FINCA BUENAVISTA			
Departamento:	Atlántico	Municipio:	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Santa Rita y Puerto Giraldo
Longitud de la vía o recorrido (km):	3,46	Tipo de vía	Privada

Coordenadas		Este	Norte
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	Punto inicial	4804070	2726698
	Punto final	4801246	2727422
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	Punto inicial	10°34'15.85"N	74°47'29.56"O
	Punto final	10°34'38.95"N	74°49'2.29"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4804070	2726698	En el K8+390 de la vía Nacional - Ruta 25 se encuentra el acceso a la Finca Buenavista (Predios del parque solar)	

CAMINO INTERNO No.1 FINCA BUENAVISTA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+127	4803935	2726721	Camino sobre terraplén capa de rodadura en afirmado. Ancho promedio 3,8 m. En este punto cruza el gasoducto Santa Rita – Suan propiedad de Promigas. Longitud del terraplén 360m.	
K0+523	4803546	2726780	Camino cruza por corral existente. Ancho puertas 4.0m. Camino sobre terreno natural.	
K0+620	4803454	2726796	Construcción tipo vivienda sobre el margen del camino. Camino sobre terreno natural.	
K1+188	4802918	2726617	Tramo con ahuellamientos y aporte de material granular. Ancho 3.5m.	

CAMINO INTERNO No.1 FINCA BUENAVISTA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K1+490	4802631	2726565	Tramo sobre terraplén, ancho corona 3,5 metros. Altura máxima 2.0m.	
K1+770	4802354	2726508	Camino sobre terraplén inferior a 1.0m de altura. Construcción a 25m del margen del camino.	
K1+950	4802174	2726506	Portón interior. Tramo en terreno natural. Inicia tramo con ancho de 14.0m.	
K2+278	4801940	2726736	Broche interior de 4.0m de ancho. Ancho del camino en este sector 15m.	

CAMINO INTERNO No.1 FINCA BUENAVISTA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K2+657	4801625	2726817	Construcción tipo vivienda sobre el margen del camino. Camino sobre terreno natural.	
K2+818	4801520	2726936	Portón interior. Tramo en terreno natural. Ancho 4.0m.	
K3+050	4801413	2727127	Sector con ahuellamientos y enmalezado aprox. 100m. Terreno natural.	
K3+120	4801408	2727199	Huellas sobre terreno natural.	

CAMINO INTERNO No.1 FINCA BUENAVISTA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K3+460	4801246	2727422	Salida a Vía terciaria que conduce a Cascajal.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.10 Camino Interno No.2 Finca Buenavista.

A 9,95 kilómetros al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el acceso 2 de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

Al interior de la finca se encuentra este camino que atraviesa los predios en sentido Sur-este al Nor-oeste, mayormente compuesto por terraplenes construidos por los propietarios de los predios.

La vía privada tiene ancho variable desde 2,7 metros en sectores sobre terraplén hasta 14 metros en áreas planas al final del tramo, presenta condiciones aceptables de transitabilidad y no cuenta con obras de drenaje.

En la Tabla 3-15 se describe con detalle la vía interna No. 2 de la Finca Buenavista.

Tabla 3-15 Descripción Camino Interno No.2 Finca Buenavista.

CAMINO INTERNO No.2 FINCA BUENAVISTA			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimientos de Santa Rita y Puerto Giraldo
Longitud de la vía o recorrido (km):	1,76	**Tipo de vía**	Privada

Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4803335	2725326
	Punto final	4802174	2726506
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°33'30.96"N	74°47'52.71"O
	Punto final	10°34'9.44"N	74°48'32.01"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4803335	2725326	En el K9+950 de la vía Acceso a Finca Buenavista (Predios del parque solar) Camino sobre terraplén capa de rodadura en material de préstamo. Ancho promedio 2.7 m.	

CAMINO INTERNO No.2 FINCA BUENAVISTA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+645	4802750	2725586	Camino sobre terraplén. Ancho promedio de la corona 2,7 m.	
K0+925	4802733	2725597	Portón interno - Camino sobre terraplén. Ancho promedio de la corona 2,7 m.	
K1+185	4802449	2726034	Panorámica Terraplén	
K1+322	4802374	2726157	Estructura de rebose de las bordas, no apta para cruce de vehículos.	

CAMINO INTERNO No.2 FINCA BUENAVISTA				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K1+570	4802242	2726365	Fin de tramo sobre terraplén, inicia camino sobre terreno natural con ancho superior a los 7,0 metros.	
K1+670	4802197	2726447	Tramo sobre terreno natural ancho 8,0 metros.	
K1+762	4802174	2726506	Portón interior. Tramo en terreno natural. Continua Camino interior No. 1. Con ancho 14 metros.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.11 Vía de acceso a predios Albricias I y II.

En el K11+275 al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el camino público de acceso a los predios Albricias I y II que hacen parte de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

La vía se encuentra en el extremo sur del Parque Solar, consiste en una vía terciaria con ancho promedio 7,0 metros, los primeros 200 metros presenta material de afirmado y luego continua sobre terreno natural. La vegetación de cerca requiere poda ya que se cierra en algunos sectores sobre la vía.

La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

En la Tabla 3-16 se describe con detalle la vía de acceso a los predios Albricia I y II.

Tabla 3-16 Descripción Vía de acceso Predios Albricias I y II

VÍA DE ACCESO PREDIO ALBRICIAS I Y II			
Departamento:	Atlántico	Municipio:	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimiento de Puerto Giraldo
Longitud de la vía o recorrido (km):	2,02	Tipo de vía	Terciaria

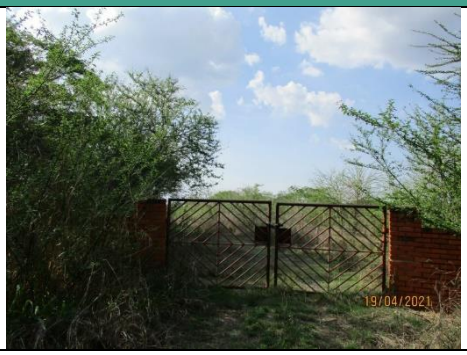
Coordenadas		Este	Norte
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	Punto inicial	4802739	2724143
	Punto final	4801070	2725063
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	Punto inicial	10°32'52.66"N	74°48'12.52"O
	Punto final	10°33'21.92"N	74°49'7.46"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4802739	2724143	A 11,27 Km de Ponedera sobre la Ruta 25 se encuentra sobre el costado occidental el Acceso al Predio Albricias. Vía terciaria en afirmado con ancho 7,7 metros. En acceso cruzan línea de media tensión.	

VÍA DE ACCESO PREDIO ALBRICIAS I Y II				
Kilómetro	**Coordenadas**		**Descripción**	**Fotografía**
K0+170	4802577	2724191	Cruce Gasoducto Santa Rita – Suan de Promigas.	
K0+170	4802577	2724191	El acceso tiene un ancho promedio de 7,0 metros en material natural y zonas de afirmado. Presenta vegetación de cerca abundante y crecimiento de maleza.	
K0+920 – K1+995	4801879 - 4801075	2724337 - 2725049	Sobre el costado norte del camino se tiene el lindero del predio Albricias, donde se implantará el parque Solar. El camino con ancho promedio 7,0m en terreno natural presenta crecimiento de maleza y vegetación de las cercas sin podar.	 

VÍA DE ACCESO PREDIO ALBRICIAS I Y II				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K2+017	4801070	2725063	Acceso a Finca. Fin del camino público.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.1.5.12 Camino privado Finca La María

A 545 metros al Sur de la Retirada sobre la vía Ponedera – Cascajal se encuentra en el costado oriental de la vía un acceso a la Finca La María, el cual permite el acceso a la servidumbre de la línea entre las torres 15 y 16 (ID ING Tabla 3-32). El tramo entre la entrada al predio y la intersección con el eje de la servidumbre de la línea son aproximadamente 80 metros.

El camino consiste en una huella de rodadura sobre terreno natural con ancho promedio 3,0 metros. El predio presenta en su mayoría pasto con algunos árboles.

La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

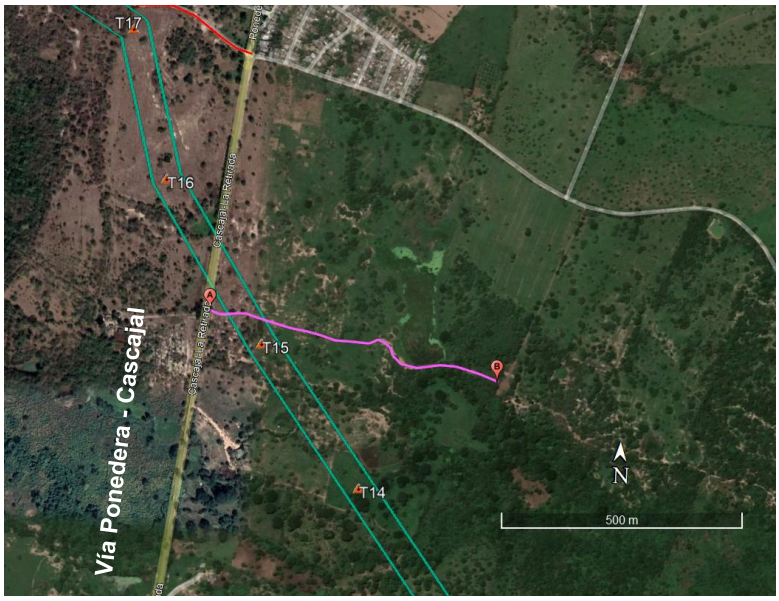
En la Tabla 3-17 se describe con detalle el camino privado Finca La María.

Tabla 3-17 Descripción Camino privado Finca La María.

CAMINO PRIVADO FINCA LA MARÍA.			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimiento de La Retirada
Longitud de la vía o recorrido (km):	0,78	**Tipo de vía**	Privada

Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4798800	2731112
	Punto final	4799401	2730993
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°36'38.71"N	74°50'23.49"O
	Punto final	10°36'34.83"N	74°50'3.59"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4798800	2731112	Sobre en el costado oriental de la vía que comunica Ponedera con Sabanalarga, 545 metros al sur de La Retirada, se encuentra el Portal de acceso a la Finca La María. El camino privado sobre terreno natural tiene un ancho de 3,0 metros. En el acceso cruzan línea de media tensión.	

VÍA DE ACCESO PREDIO ALBRICIAS I Y II				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+078	4798867	2731115	Cruce de la vía con el eje de la línea de evacuación. Camino privado sobre terreno natural tiene un ancho de 3,0 metros.	
K0+640	4799401	2730993	El camino finaliza en la casa de la Finca La María. Ancho variable entre 2,5 y 3,5 metros.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.2 Infraestructura Social y Productiva

En este numeral se presenta la infraestructura social y productiva identificada para cada una de las unidades territoriales donde se encuentra ubicado el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación 500 kW.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se observa la infraestructura social y productiva identificada.

3.2.1.2.1 Municipio de Ponedera

En la Tabla 3-18 y en las Fotografía 3.26 a Fotografía 3.31 se presenta la infraestructura social y productiva identificada en la cabecera Municipal de Ponedera y en los corregimientos de Santa Rita, Puerto Giraldo, La Retirada y Martillo.

Fotografía 3.26 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (1).

	
Palacio Municipal Ponedera Calle 21 No.19 – 90 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4808941 – N 2734156	E.S.E. Hospital de Ponedera Carrera 14 No.15-60 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4808609 – N 2734458

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.27 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (2).

	
Notaria Única de Ponedera Carrera 14 No.19-18 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4808516 – N 2734604	Casa Cultural de Ponedera Calle 17 con Carrera 20 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4807956 – N 2733893
	
Cancha de Futbol Carrera 15 con Calle 23 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4807912 – N 2734534	Parque Ecológico Urbanización San Francisco Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4807965 – N 2734472
	
Acueducto Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4801860 - N 2720056	Bocatoma acueducto Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4802159 - N 2719886

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.28 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (3).

	
Inspección de Policía Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4800599 - N 2719666	Polideportivo Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4800772 - N 2719615
	
Iglesia Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4801352 - N 2719332	Construcción Estación de Policía de Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4801454 - N 2719505
	
Cancha y Coliseo de Giraldito Corregimiento Puerto Giraldo Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4801698 - N 2719732	Cementerio Corregimiento Puerto Giraldo Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4801617 - N 2719862

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.29 Infraestructura social y Productiva de Ponedera (4).

<table>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>Centro de vida Persona Mayor
Corregimiento Puerto Giraldo
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4801717 - N 2719967</td><td>Capilla y Polideportivo de Giraldito
Corregimiento Puerto Giraldo
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4801903 - N 2719914</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Repticosta Ltda
Corregimiento Puerto Giraldo
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4800937 - N 2718479</td></tr>
</table>

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-18 Listado Instituciones Educativas En Ponedera.

NOMBRE	DIRECCION	SECTOR	ZONA
Centro Educativo Santa Rita	Carrera 7 No. 4a- 10	Oficial	Rural
I.E Martillo	Carrera 2 No. 2a-15	Oficial	Rural
I.E Técnica Agropecuaria De Puerto Giraldo	Carrera 10 No. 8 - 84	Oficial	Rural
I.E Técnica Comercial De Ponedera	Calle 20B No.14-27	Oficial	Rural
I.E Técnica Agropecuaria La Candelaria	Carrera 15 No. 21- 10	Oficial	Rural
I.E Las Flores	Carrera 2 No. 2-81	Oficial	Rural
I.E Rafael Núñez	Carrera 19 No. 3-50	Oficial	Rural
Centro Educativo La Retirada	Calle 7 No. 7-36	Oficial	Rural
Centro Educativo Alegría De Aprender	Carrera 17 No. 17-50	Privado	Urbana

Fuente: https://www.datos.gov.co

Fotografía 3.30 Infraestructura Educativa de Ponedera.

	
I.E. Técnica Comercial de Ponedera Calle 20B No.14-27 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4808082 – N 2734722	Centro Educativo Alegría de Aprender Carrera 17 No. 17-50 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4808426 – N 2734276
	
I.E Técnica Agropecuaria La Candelaria Carrera 15 No. 21- 10 Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4808027 – N 2734518	Institución Educativa Martillo Carrera 2 No.2A-15 Martillo - Ponedera – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4799757 – N 2732676

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.31 Infraestructura Educativa de Ponedera.

	
I.E Técnico Agropecuario de Puerto Giraldo Corregimiento Puerto Giraldo Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4800897 - N 2719556	I.E Técnico Agropecuario Sede Rafael Núñez Corregimiento Puerto Giraldo Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4801743 - N 2719951
	
Centro Educativo La Retirada Corregimiento La Retirada Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4798961 – N 2731787	Centro Educativo Santa Rita Corregimiento Santa Rita Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional): E 4805175 – N 2729131

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.2.2 Municipio de Sabanalarga

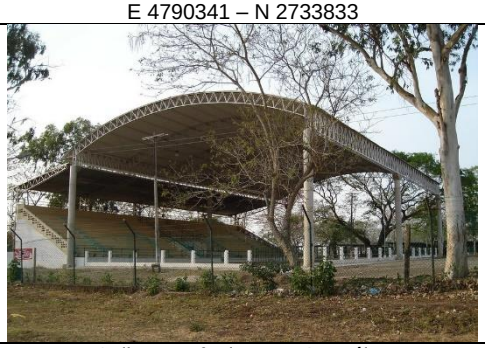
Siendo Sabanalarga el municipio con la mayor área del Departamento del Atlántico (399 km^2) y con más de 100.000 habitantes, aproximadamente el 4% de la población del departamento, cuenta con una oferta amplia de servicios y con la presencia de la mayoría de las entidades públicas. A continuación, de la Fotografía 3.32 a la Fotografía 3.34 se lista e ilustra la infraestructura social y productiva más relevante del municipio.

Fotografía 3.32 Infraestructura Social y Productiva De Sabanalarga (1).

	
Alcaldía del Municipio de Sabanalarga Calle 21 No.18-46 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790030 – N 2733545	Estación de Policía Sabanalarga Carrera 17 No. 18 - 14 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790160 – N 2733377
	
Bomberos de Sabanalarga Calle 11 No. 10 A – 21 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790381 – N 2732683	Mercado Principal de Sabanalarga Carrera 28 con Calle 26 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4789692 – N 2734226
	
Iglesia San Antonio de Padua Carrera 19 No.2-12 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790005 – N 2733591	Notaria Única de Sabanalarga Calle 21 No.13-15 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4789843 – N 2733076

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.33 Infraestructura Social y Productiva De Sabanalarga (2).

	
Juzgados Promiscuos Municipales de Sabanalarga Calle 19 No.18-47 Esq. Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790124 – N 2733518	Casa de la Cultura Carrera 19 No.21-76 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4789943– N 2733602
	
Oficina de Registro de Instrumentos Públicos Carrera 25 con Calle 16 Esq. Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790341 – N 2733833	I.C.B.F. Regional Atlántico Carrera 18 No.22 A-14 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4789856 – N 2733538
	
Coliseo Rafael Barvo González Intersección Carrera 27 con Calle 12 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790771 – N 2734022	Villa Olímpica - Estadio Marco Henríquez Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790962 – N 2735132

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.34 Infraestructura Social y Productiva De Sabanalarga (3).

	
Canchas de Futbol Simón Bolívar Calle 11 con Carrera 19 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790705 – N 2733396	Parque de la Convivencia Calle 8 con Carrera 19 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790829 – N 2733281

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

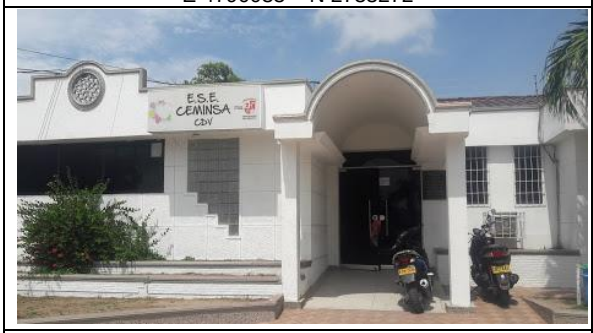
El municipio cuenta con varias sucursales bancarias, entidades prestadoras de salud y centros educativos los cuales se listan en la Tabla 3-19, Tabla 3-20 y Tabla 3-21 respectivamente. En la Fotografía 3.35 y Fotografía 3.36 se muestran algunos de los centros médicos e instituciones educativas del municipio.

Tabla 3-19 Listado Entidades Bancarias En Sabanalarga.

SERVICIOS FINANCIEROS	
Bancolombia S.A.	Calle 21 No.19-04
Bancamía S.A.	Carrera 23 No.22 A-46
Banco de Bogotá	Carrera 19 No.21-03
Banco BBVA	Carrera 19 No.21-47

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2020.

Fotografía 3.35 Infraestructura de Salud De Sabanalarga.

	
Clínica San Rafael Ltda. Calle 23 No. 10-98 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790033 – N 2733272	Hospital Departamental De Sabanalarga Calle 25 No. 8 – 25 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4789547 – N 2732885
	
ESE Centro Materno Infantil De Sabanalarga Calle 28 No. 2-45 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790288 – N 2732591	Salud Total EPS S.A Sabanalarga Carrera 19 14 - 66 Local 1 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790403 – N 2733524

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-20 Listado Centros Médicos En Sabanalarga.

ENTIDAD PRESTADORA DE SALUD	ZONA	DIRECCION
ESE Hospital Departamental De Sabanalarga	Urbana	Calle 25 8 - 25
ESE Centro Materno Infantil De Sabanalarga - ESE Ceminsa	Urbana	Calle 28 2 -45
IPS San José Sabanalarga E.U. Sede 2	Rural	Calle 21 11 -83
Salud Total Eps S.A Sabanalarga	Urbana	Carrera 19 14 - 66 Local 1
IPS Fundasalud De La Costa S.A.S	Urbana	Carrera 16b 22-04
Berboj Salud Limitada	Urbana	Carrera 19 14 - 66
Centro De Rehabilitación En Fisioterapia Los Ángeles E.U.	Urbana	Calle 21 16-90
Centro Rehafis E.U.	Urbana	Calle 18 19 - 20
Prosaludsa Ltda	Urbana	Carrera 18 24 - 05
Clínica San Rafael Ltda.	Urbana	Calle 23 10-98
IPS San José Sabanalarga Eu	Rural	Carrera 11 10-33 P Local 1
Unión Temporal Uci De La Sabana	Urbana	Calle 25 9 - 59
Ambulancias Del Caribe Ips S.A.S.	Urbana	Carrera 23 32a - 10
Salud Familiar S.A. I.P.S.	Urbana	Calle 22 Carrera 21
Centro De Rehabilitación Integral De Sabanalarga	Urbana	Carrera 23 22 - 66
Servicios Médicos Olimpus IPS Ltda -Sede Sabanalarga	Urbana	Calle 23 9 - 100
IPS Sabanalarga	Urbana	Carrera 21 22 - 40
Unidad Básica De Atención Sabanalarga	Urbana	Carrera 58 74 - 12
Clínica Colombiana Del Riñón S. A	Urbana	Calle 23 10-98
Promocosta S. A	Urbana	Carrera 21 22 - 09
Amidec IPS Sas	Urbana	Calle 20c 9-63
Toma De Muestra Laboratorio Rey Fals Sede Sabanalarga	Urbana	Carrera 19 14 - 66
Centro Médico San Juan Eu	Urbana	Carrera 17 14a -35
Clidental Ltda	Urbana	Calle 20 19 - 70
Clínica De Ojos De Sabanalarga Limitada	Urbana	Carrera 19 24 - 118
Unidad De Atención Ambulatoria Sabanalarga	Urbana	Carrera 23 34 - 86
Austral IPS Sabanalarga	Urbana	Calle 24 18 -77
Hospital En Casa S.A Agencia Sabanalarga	Rural	Carrera 21 22a Ð 13
Sais IPS S.A.S	Urbana	Calle 25 8 Ð 25
Instituto Del Corazón De Sabanalarga	Urbana	Calle 20 16 Ð 42
Subsanar Salud IPS Sabanalarga	Urbana	Carrera 24 24 Ð 06
Fundación Simón Santander- Clínica Las Mercedes	Urbana	Carrera 23 22a Ð 61
Toma De Muestras IPS Sabanalarga	Urbana	Carrera 21 22 - 40
Centro De Rehabilitación Física Integral Caribe S.A.S	Urbana	Carrera 19 24-46

Fuente: https://www.datos.gov.co

Tabla 3-21 Listado Instituciones Educativas en Sabanalarga.

NOMBRE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	ZONA	DIRECCIÓN	TIPO
Jardín Libardo Aguirre Delgado	Urbano	Carrera 27 14-46	Oficial
C De B José Consuegra Higgins	Urbano	Calle 6a 7 - 75	Privado
Colegio Madre Inmaculada	Urbano	Carrera 27 14 - 40	Privado
I E Máximo Mercado	Urbano	Calle 22 9 - 101	Oficial
I E Técnica Industrial	Urbano	Carrera 19 8 - 47	Oficial
Escuela La Alianza	Urbano	Calle 29 23 - 02	Oficial
El Mirador	Rural	Calle 4 5 - 96 Cas.	Oficial
I E Esc Normal Superior Santa Teresita	Urbano	Calle 21 19 - 90	Privado
Los Claveles	Urbano	Barrio La Lata	Oficial
I.E.B. N 4 José E. Caro	Urbano	Calle 12 18A - 20	Oficial
John F. Kennedy	Urbano	Calle 15 9-66	Oficial
I E Fernando Hoyos Ripoll	Urbana	Calle 29 22 - 12	Oficial
I E José Agustín Blanco Barros	Urbana	Calle 10 - 27 Esquina	Oficial
Liceo Las Mercedes	Urbano	Calle 18 17 - 35	Privado
I E Antonia Santos	Rural	Carrera 13 15 - 78	Oficial
Ce Pre-Escolar Y Primaria Personitas	Urbano	Carrera 19a 22 - 54	Privado
C E El Mundo De Walt Disney	Urbano	Calle 21 15 - 11	Privado
C.E. Mariana Barraza De Isabel López	Rural	Carrera 13 15 - 78	Oficial
I E De Sabanalarga	Urbano	Carrera 27 No. 11 - 40	Oficial
Jardín José Celestino Mutis	Urbano	Calle 10 Carrera 16	Oficial
Javier Arango Ferrer	Urbano	Carrera 19 18-51	Oficial
Centro Educativo Casita De Sueños	Urbano	Carrera 27 14 - 84	Privado
C E El Paraíso De Los Niños	Urbano	Calle 21 12 - 54	Privado
Escuela Divino Nino	Urbano	Calle 29 216 - 48	Oficial
Escuela Ana Bolívar De Consuegra	Urbano	Calle 6a 7 - 75	Privado
Marco Fidel Suarez	Urbano	Calle 20 19b-27	Oficial
Instituto Aspros	Urbano	Calle 21 12 - 140	Privado
I.E.B. N 12 Quinta Feria	Urbano	Carrera 16 24 - 80	Oficial
Gimnasio Montessoriano	Urbano	Calle 22 16a - 23	Privado
I.E.B. N 6 Moisés María Gómez	Urbano	Calle 12 18A - 21	Oficial
I E Técnico Comercial	Urbano	Calle 14 8 - 80	Oficial
I E Francisco De Paula Santander	Urbana	Calle 22 22a - 12	Oficial
Escuela Dra. Sta Teresita Del Nino Jesús	Urbano	Calle 21 19b - 21	Oficial
Antonio Nariño	Urbano	Calle 20a 16-58	Oficial
Escuela. N 8 Simón Bolívar	Urbano	Calle 21 15 - 10	Oficial
Jesús De Nazareth	Urbano	Calle 31a 16 - 25	Oficial
Instituto Técnico Carl Ros	Urbano	Calle 22 16-05	Privado

Fuente: https://www.datos.gov.co

Fotografía 3.36 Infraestructura Educativa de Sabanalarga.

	
I E Escuela Normal Superior Santa Teresita. Calle 21 No.19 – 90 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790087 – N 2733604	I E de Sabanalarga - CODESA Carrera 27 No. 11 – 40 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790651 – N 2733876
	
I E José Agustín Blanco Barros Calle 10 - 27 Esquina Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790907 – N 2733930	I E Técnico Comercial Calle 14 No. 8 – 80 Sabanalarga – Atlántico Georreferencia: (Magna Colombia Nacional): E 4790274– N 2732636

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.2.2.1 Corregimiento de Cascajal

En la Fotografía 3.37 y Fotografía 3.38 se presenta la infraestructura social y productiva identificada en el corregimiento de Cascajal.

Fotografía 3.37 Infraestructura social y productiva del corregimiento de Cascajal (1)



Corregiduría de Cascajal
Cascajal- Sabanalarga – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4797672 – N 2729539



Centro de Salud de Cascajal
Cascajal- Sabanalarga – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4797919 – N 2729424

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.38 Infraestructura social y productiva del corregimiento de Cascajal (2)



Institución Educativa San Pedro Claver
Cascajal- Sabanalarga – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4797893 – N 2729690

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.2.3 Líneas de distribución eléctrica

Se identificaron dentro del área de influencia del proyecto, líneas de media tensión que permiten el suministro a los corregimientos y a los predios rurales de Sabanalarga y Ponedera. La red pública es administrada en su totalidad por la empresa de servicios públicos Air-e S.A.S E.S.P quien suministró la información de su infraestructura en el área del proyecto. En la Figura 3.9 se muestran las redes de media tensión en morado las de 13,8kV y en rojo las de 34,5kV propiedad de Air-e S.A.S E.S.P.

Al interior de los predios se encuentran redes de media tensión de propiedad particular que serán retiradas por su propietario cuando se inicien las actividades de la fase constructiva. En el numeral 3.2.4.8.8.3 Líneas eléctricas al interior del Parque Solar se presentan las redes eléctricas de media tensión al interior de los predios.

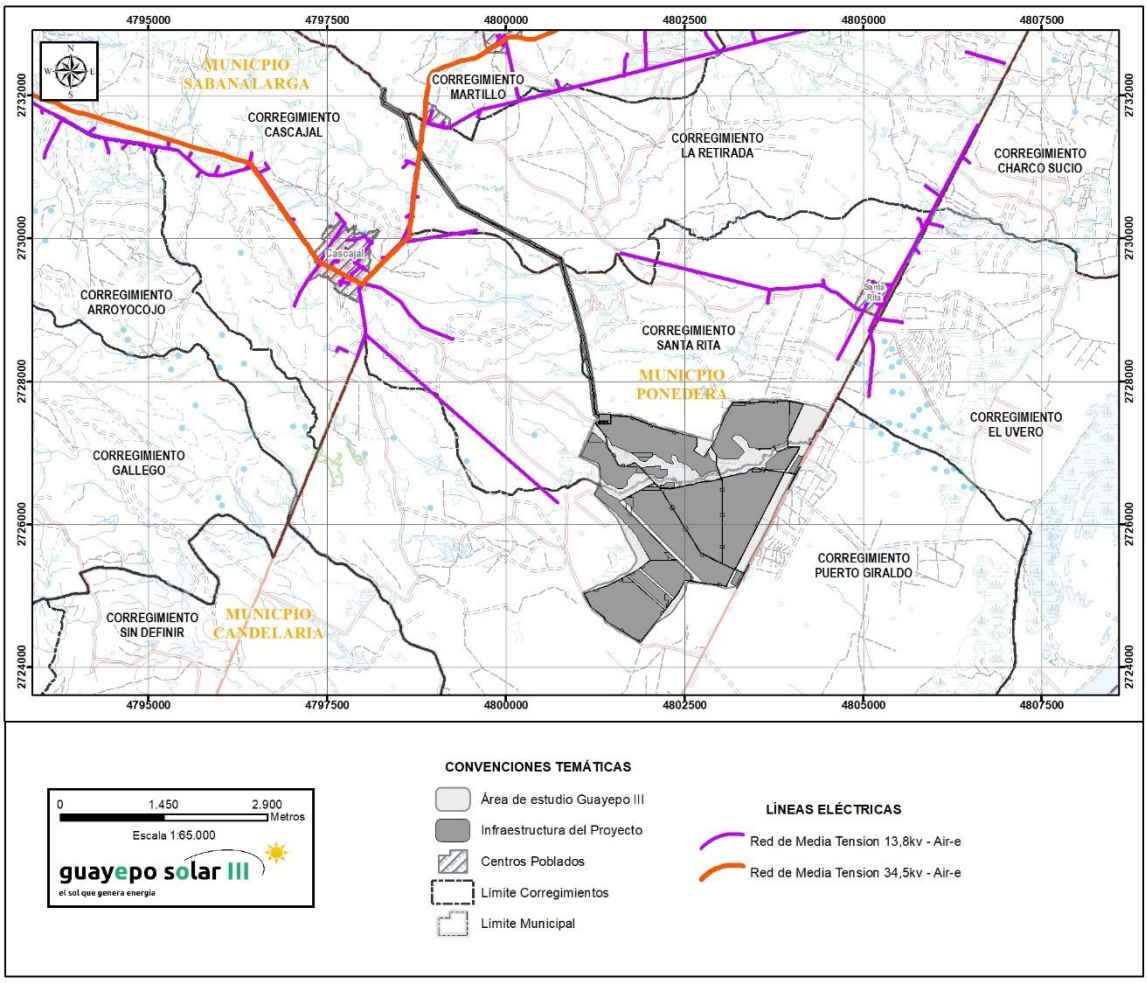
En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se observa la información de la red de distribución de energía.

Tabla 3-22 Redes de media tensión en el Área de influencia del proyecto

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (Km)
Red MT – 34.5kV	3,64
Red MT – 13,8kV	18,85

Fuente: Air-e S.A.S ESP, 2021.

Figura 3.9 Red de distribución eléctrica en el área del Proyecto



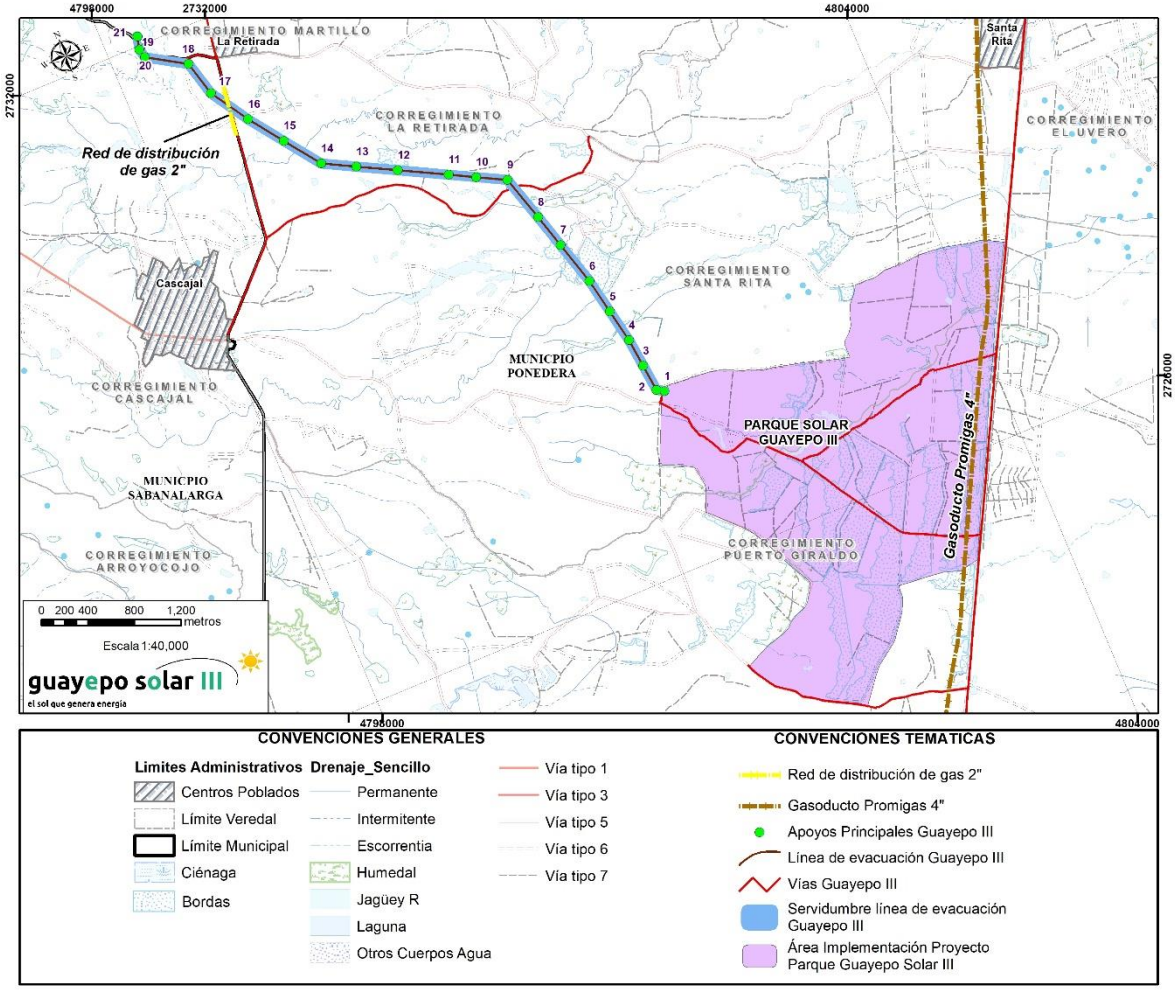
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.1.2.4 Gasoductos

Gasoducto Santa Rita - Suan

Se identificó dentro del área del Parque, la existencia de un gasoducto denominado Santa Rita – Suan de 4 pulgadas de diámetro propiedad de Promigas. En la Figura 3.10, Fotografía 3.39 y el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se observa la ubicación del gasoducto.

Figura 3.10 Localización Gasoductos Promigas



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.39 Gasoducto Santa Rita - Suan



Gasoducto Santa Rita - Suan
Santa Rita - Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4803947 – N 2726756

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Red de distribución de gas

Paralelo a la vía que comunica los corregimientos de La Retirada y Cascajal se identificó la existencia de una red de distribución de gas con diámetro 2 pulgadas, propiedad de Promigas. En la Figura 3.10, Fotografía 3.40 y el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se observa la ubicación de la red de distribución de gas existente.

Fotografía 3.40 Red de distribución de gas



Red de distribución de Gas La Retirada - Cascajal
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4798785,72 – N 2731155,03

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

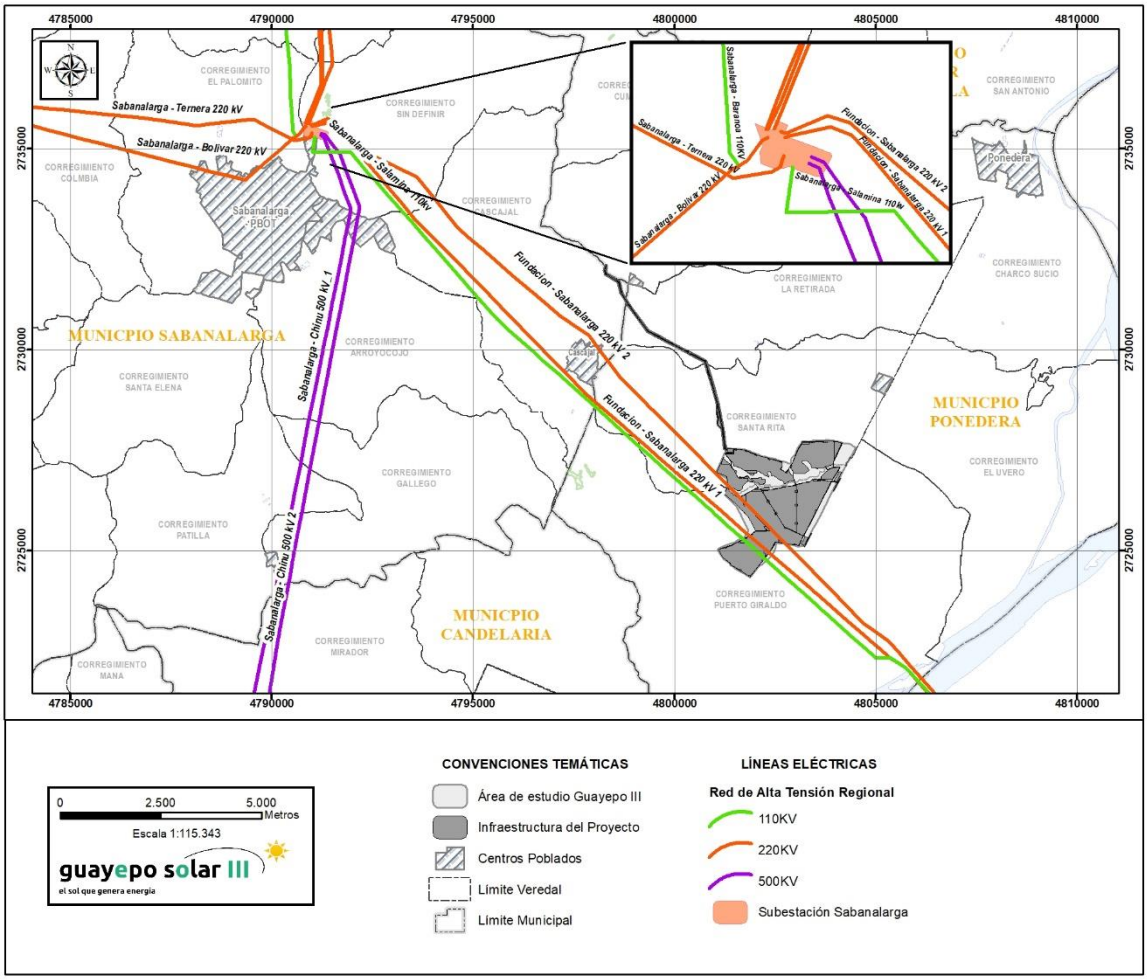
3.2.1.3 Infraestructura del Sistema Interconectado Nacional

El Sistema de Interconexión Nacional (SIN) está conformado por el Sistema de Transmisión Nacional (STN), que son sistemas de redes que operan a tensiones superiores a 220KV y el Sistema de Transmisión Regional (STR) que opera a tensiones entre los 110 y 220 KV. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se observa la infraestructura identificada.

3.2.1.3.1 Sistema de Transmisión Nacional y Regional

En los municipios de Ponedera y Sabanalarga se identificó la existencia de infraestructura perteneciente al Sistema de Transmisión Nacional (STN) que tiene como punto común la subestación Sabanalarga. En la Figura 3.11 elaborada a partir del Mapa del Sistema de Transmisión Nacional realizado por la Unidad de Planeación Minero-Energética se muestran las redes conectadas a la Subestación Sabanalarga y en la Tabla 3-23 y Tabla 3-24 la descripción de cada una de las líneas.

Figura 3.11 Sistema Interconectado Nacional – Redes conectadas a la SE Sabanalarga



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética

Tabla 3-23 Sistema De Transmisión Nacional – Redes conectadas a la SE Sabanalarga

SUBESTACIÓN 1	SUBESTACIÓN 2	CIRCUITO NO.	ID	TENSIÓN (KV)	LONGITUD (KM)	OPERADOR
Sabanalarga	Chinú	1		500	183	Isa - InterColombia
Sabanalarga	Chinú	2		500	185	Isa - InterColombia
Sabanalarga	Fundación	1	805	220	93.506	Isa - Transelca
Sabanalarga	Fundación	2	806	220	91.147	Isa - Transelca
Sabanalarga	Fundación	3	816	220	91.204	Isa - Transelca
Sabanalarga	Tebsa	1	801	220	38.423	Isa - Transelca
Sabanalarga	Tebsa	2	802	220	38.423	Isa - Transelca
Sabanalarga	Tebsa	3	821	220	38.506	Isa - Transelca
Sabanalarga	Ternera	1	812	220	80.183	Isa - Transelca
Sabanalarga	Bolívar	1	811	220	69.635	Isa - Transelca
Sabanalarga	Nueva Barranquilla	1	826	220	45.281	Isa - Transelca
Sabanalarga	Nueva Barranquilla	2	827	220	43.342	Isa - Transelca
Sabanalarga	Nueva Barranquilla	3	828	220	43.342	Isa - Transelca
Sabanalarga	Caracolí	1		220	30	Isa - InterColombia

Fuente: ISA TRANSELCA - 2021

Tabla 3-24 Sistema De Transmisión Regional – Redes conectadas a la SE Sabanalarga

SUBESTACIÓN 1	SUBESTACIÓN 2	CIRCUITO NO.	TENSIÓN (KV)	LONGITUD (KM)	OPERADOR
Sabanalarga	Salamina	1	110	22	Air-e S.A.S ESP
Sabanalarga	Baranoa	1	110	14	Air-e S.A.S ESP

Fuente: UPME, 2019.

3.2.1.3.2 Subestación Eléctrica Sabanalarga

La subestación eléctrica Sabanalarga es una estación de interconexión propiedad de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P./TRANSELCA S.A. E.S.P y despacha su energía al Sistema de Interconexión Nacional - S.I.N, está localizada en el extremo norte del casco urbano del municipio de Sabanalarga, departamento del Atlántico, a una distancia aproximada de 60 kilómetros al sur de Barranquilla, sobre la carretera Sabanalarga - Barranquilla. La subestación maneja niveles de tensión 500/220/110/34,5/13,8 kV. En la Figura 3.12 se muestra una imagen satelital de la implantación de la subestación y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS se detalla su ubicación respecto al proyecto en la plancha 1.

Figura 3.12 Localización Subestación Eléctrica Sabanalarga



Fuente: Google Earth 2021

3.2.2 FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

De manera general la ejecución del proyecto contempla la realización de las fases y actividades que se mencionan en la Tabla 3-25. Cada fase y sus actividades se describen con detalle en los numerales posteriores. Las fases del proyecto son: preoperativa, constructiva, operativa y post-operativa.

Tabla 3-25 Fases Del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW, su Línea De Evacuación 500kV

FASE		SUBACTIVIDAD	DURACIÓN
PREOPERATIVA, GESTIÓN Y PREPARACIÓN - GESTIÓN SOCIAL Y DE TIERRAS		Socialización del proyecto con autoridades y comunidades.	12 MESES
		Negociación de tierras, predios y servidumbres.	
		Adquisición de bienes y servicios.	
		Gestión humana	
FASE CONSTRUCTIVA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES FASE CONTRUCTIVA	Señalización y demarcación del área de trabajo	14 MESES
		Localización y Replanteo de construcción	
		Adecuación y funcionamiento de sitios de acopio y de uso temporal	
		Adecuación de vías de acceso	
		Remoción de la cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.	
		Desmantelamiento de instalaciones temporales.	
		Transporte de los recursos para la construcción, de residuos y excedentes de excavación a sitios de acopio o de disposición final.	
		Construcción Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación - ZODME	
		Pruebas del sistema	
	FASE CONSTRUCTIVA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III - 200MW.	Explanación, movimiento de tierra y nivelación del terreno	
		Adecuación y construcción de obras de drenaje del parque y de la ZODME	
		Construcción carriles de cambio de velocidad	
		Conformación de corredores internos y perimetral.	
		Construcción del cerramiento perimetral	
		Apertura de zanjas e instalación de cableado de media tensión.	
		Construcción Edificio de Administración y operación	
		Instalación de estructuras de soporte y seguidores	
		Montaje de paneles	
		Montaje de los centros de transformación	
		Conexionado	
		Reconformación de áreas intervenidas en el Parque y la ZODME	
	FASE CONSTRUCTIVA SUBESTACIÓN ELEVADORA EL UVERO	Excavaciones estructurales	
		Adecuación y construcción de obras de Drenaje	
		Rellenos estructurales	
		Fundaciones Para Pórticos Y Soporte De Equipos	
		Estructuras metálicas	
		Pavimentos, sardineles y acabado de patio	
		Caseta de control	
		Instalaciones eléctricas	
	FASE CONSTRUCTIVA DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	Despeje de servidumbre y plazas de tendido	
		Adecuación de los sitios de torres	
		Actividades de explanación y excavación en sitios de torre	

FASE		SUBACTIVIDAD	DURACIÓN
	FASE CONSTRUCTIVA DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	Cimentación torres	
		Montaje de torres: ensamblaje y levantamiento	
		Instalación de puesta a tierra	
		Tendido e instalación de conductores, aisladores, cables y fibra óptica	
FASE OPERATIVA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES FASE OPERATIVA	Manejo y disposición final de residuos líquidos y sólidos	30 AÑOS
	FASE OPERATIVA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO III	Puesta en marcha y operación Parque Solar Fotovoltaico (Generación de energía)	
		Mantenimiento electromecánico	
		Limpieza y mantenimientos de estructuras y paneles	
		Mantenimiento del parque, (limpieza y poda)	
	FASE OPERATIVA SUBESTACION ELEVADORA EL UVERO	Puesta en marcha y operación Subestación	
		Mantenimiento electromecánico	
	FASE OPERATIVA DE LA LINEA DE EVACUACIÓN	Puesta en marcha y operación de la línea de Evacuación (Transporte de energía)	
		Mantenimiento electromecánico	
		Control de estabilidad de sitios de torre	
		Mantenimiento zona de servidumbre	
FASE POSTOPERATIVA	ACTIVIDADES TRANSVERSALES FASE POSTOPERATIVA	Acopio temporal	7 MESES
		Reconformación de las áreas intervenidas	
		Manejo y Disposición Final de Residuos líquidos y sólidos	
	FASE POSTOPERATIVA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO GUAYEPO Y SUBESTACION ELEVADORA EL UVERO	Desmantelamiento y demolición de obras y estructuras	
		Desmonte y retiro de los paneles y estructuras de soporte de los módulos	
		Desmonte de las cabinas de conversión	
		Apertura de zanjas para el retiro del cableado de media tensión	
		Desmantelamiento Subestación elevadora El Uvero	
	FASE POSTOPERATIVA DE LA LINEA DE EVACUACIÓN	Desconexión de líneas de Evacuación y equipos.	
		Desmantelamiento de los conductores y Torres	
		Retiro de obras civiles	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.2.1 Fase Preoperativa, Gestión y Preparación

La fase de gestión y preparación corresponde a la etapa previa a la ejecución de la construcción, incluye dos actividades muy importantes como son: la etapa técnica de estudios y diseños, incluida la ingeniería de detalle y por otra parte la etapa de gestión social y de tierras.

Los estudios y diseños de ingeniería de detalle se extienden durante la fase constructiva puesto que en ingeniería de detalle se realizan ajustes al layout presentado en ingeniería básica, como parte de las mejoras y adecuaciones del nuevo contratista.

3.2.2.1.1 Gestión Social y de Tierras

- Socialización del proyecto a autoridades y comunidades

Esta actividad hace referencia a la socialización del proyecto realizada con las autoridades regionales, municipales, locales y con la comunidad. Se presentaron los alcances y características del proyecto, así como las implicaciones del mismo en términos de impacto y las correspondientes medidas de manejo diseñadas para contrarrestar los efectos en el medio ambiente, las infraestructuras y la dinámica económica y social de las comunidades, entre otros. Esta actividad se desarrollará siguiendo las indicaciones de la ficha de manejo GIII-PMA-SOC-01 descrita en Capítulo 10 Planes y programas, numeral 10.1.4.1.1 Subprograma información, participación y atención comunitaria.

También se desarrollará en el momento que sea pertinente una reunión con el fin de socializar la licencia ambiental a las autoridades regionales, municipales, locales y comunidad. Este espacio también servirá para divulgar el proceso y requerimiento de contratación de personal y bienes y servicios.

- Negociación de tierras, predios y servidumbres

Incluye la negociación de los derechos de servidumbre, que deben ser pagados a los propietarios por la utilización de la franja correspondiente al derecho de vía y derechos de paso en todas las zonas adicionales requeridas para desarrollar las obras de ingeniería. Previo al inicio de la construcción se deberán levantar actas de vecindad que registren las condiciones en las que se reciben los predios, este proceso se describe en la ficha de manejo GIII-PMA-SOC-02 Manejo para la afectación a terceros del Capítulo 10 Planes y Programas de este estudio.

Esta actividad ha implicado la negociación económica de los predios, donde, tanto el interesado por el predio, como el propietario han hecho propuestas económicas sobre el valor a pagar por el área a utilizar por el proyecto.

- Adquisición de bienes y servicios

Esta actividad hace referencia a la adquisición de todos los elementos necesarios para el funcionamiento y operación del proyecto, en cada una de sus etapas, consta de bienes como alimentos, bebidas, materiales para la construcción y servicios como transporte de personal, exámenes médicos, alimentación, hospedaje, entre otros, los cuales se adquieren en su gran mayoría en la región donde se implanta el proyecto.

- Gestión humana

Esta actividad tiene por objeto divulgar los lineamientos a tener en cuenta durante la contratación de mano de obra calificada y no calificada, la cual dispone a seguir la normatividad vigente en cuanto a contratación de personal.

El enfoque de la contratación está orientado a que se dé prioridad a la población del área de influencia del proyecto, asegurando que las estrategias de contratación sean transparentes, equitativas y eviten el tráfico de influencias y otras formas de corrupción. A partir de lo establecido en la resolución 145 de 2017 de la Unidad del Servicio Público de Empleo, por medio de la cual se establecen lineamientos que deben implementar los Prestadores del Servicio Público de Empleo para adelantar

el proceso de priorización de mano de obra local previsto en la sección 2 del capítulo 6 del título 1 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1072 de 2015.

La contratación de personal se desarrollará siguiendo las indicaciones de las fichas de manejo GIII-PMA-SOC-01 Programa de información, participación y atención comunitaria y GIII-PMA-SOC-03 Programa de capacitación y concientización al personal vinculado al proyecto, descritas en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.2.2 Actividades Transversales Fase Constructiva

La fase constructiva hace referencia a la ejecución de las obras requeridas para la materialización de la infraestructura del proyecto, como son: los accesos al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, la adecuación del terreno, la instalación de estructuras de soporte para los paneles, montaje de las unidades de generación e interconexión de estas, cimentación de torres, ensamble de estructura metálica y construcción de la subestación, entre otras. Se incluye también la construcción de instalaciones temporales de apoyo a la construcción y aquellas permanentes que albergaran zonas de oficinas técnicas y de administración.

Previamente y durante esta fase se desarrollan los trabajos de estudios y diseño de ingeniería de detalle,

Las actividades descritas a continuación, corresponden a las actividades comunes a la construcción del Parque Solar, la subestación elevadora y la línea de evacuación.

3.2.2.2.1 Señalización y demarcación del área de trabajo

De acuerdo con las indicaciones del especialista en seguridad, se realizará la demarcación y señalización del área de trabajo, de esta forma se evitarán el ingreso de personal no autorizado y la generación de situaciones inseguras. Igualmente se evitará de esta forma intervenir áreas protegidas o propiedad privada ajena al proyecto.

3.2.2.2.2 Localización y Replanteo de construcción

El replanteo del Parque Solar Fotovoltaico, subestación y del eje del corredor de la línea de evacuación se realiza con equipos de topografía, referenciando en el terreno los puntos dados en los planos de diseño para dar la localización exacta del área del proyecto. Los puntos son materializados mediante la instalación de estacas visibles por los operadores de la maquinaria para identificar así las áreas a intervenir en la construcción.

Se toma como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante el levantamiento topográfico, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georreferenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos constructivos.

Adicionalmente al eje del proyecto, el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas), para el caso de la línea de evacuación los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de lograr correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño. Ver Fotografía 3.41.

Fotografía 3.41 Trabajos De Topografía



Trabajos de Topografía

Fuente: Guías ambientales para proyectos de evacuación eléctrica, 1999

3.2.2.2.3 Adecuación y funcionamiento de sitios de acopio y de uso temporal.

Se refiere a la planeación y construcción de las instalaciones temporales que se requieren para la construcción del Parque, la línea de evacuación y la subestación, abarca el montaje e instalación de equipos, oficinas, campamentos, talleres, almacenes, bodegas, etc., necesarios para ejecutar y supervisar las obras.

Los sitios de acopio corresponden a áreas también de uso temporal dentro del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III o dentro de la servidumbre de la línea de evacuación destinadas a la reserva temporal de maquinaria y materiales, material de excavación. La selección de estas áreas debe satisfacer los requerimientos de espacio y accesibilidad del proceso constructivo.

Estas áreas deben de estar debidamente demarcadas y libres de vegetación. Al finalizar las actividades constructivas del proyecto se retirarán todas las obras provisionales que haya sido necesario construir y se hará limpieza general de las áreas y se repondrá la cobertura vegetal retirada para el acopio limpio de los materiales. Estas áreas se definirán junto a la ubicación de los apoyos y ocupando

la servidumbre de la línea. No se requerirán sobreanchos de la servidumbre para el acopio o actividades de construcción e izaje de las estructuras.

3.2.2.2.4 Adecuación de vías de acceso.

Hace referencia a la adecuación de las vías identificadas en la fase preoperativa, que permiten accesibilidad a los terrenos del parque y demás lugares de trabajo a donde se requiere llegar o salir con materiales, equipos, personal. La adecuación comprende mejoramiento de la geometría, de la capa de rodadura y, en el caso que se detecte en la ingeniería de detalle su necesidad, mejorar o construir un sistema de drenaje.

Para la línea de evacuación hace referencia a la apertura de trochas, adecuación del terreno, que permitan accesibilidad a los sitios de torre, patios de tendido y demás lugares de trabajo a donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes medios de locomoción; incluyendo carreteras y caminos carreteables.

3.2.2.2.5 Remoción cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.

Los trabajos de limpieza y desbroce consisten en la eliminación de la totalidad de la cubierta vegetal existente en las áreas que serán ocupadas por el proyecto o que pueda afectar por efectos de sombra o mantenimiento a la instalación.

En esta subactividad se considera también la eliminación de posibles áreas de acopio vegetal que se hayan producido de las actividades originales de la zona, así como elementos constructivos tales como vallados ganaderos.

Esta actividad incluye la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación para que su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos, los residuos de esta subactividad se reutilizarán en las labores de recuperación de áreas intervenidas y el material

restante será debidamente clasificado para su cargue y transporte a sitios autorizados.

La vegetación arbórea en aquellas áreas donde no se contempla la implantación de infraestructura o corredores viales será objeto de poda y manejo silvicultural, de acuerdo con ficha de manejo GIII-PMA-BI-03 descrita en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.2.2.6 Desmantelamiento de instalaciones temporales.

Esta subactividad se ubica al finalizar la fase constructiva y consiste en el retiro de las obras o instalaciones que fueron ubicadas en los sitios de uso temporal (unidades portátiles, casetas de seguridad, campamento, cerramientos, malacates, pescantes, etc.).

3.2.2.2.7 Transporte de los recursos para la construcción, de residuos y excedentes de excavación a sitios de acopio o de disposición final.

Consiste en el traslado de materiales de construcción, estructuras y maquinaria requeridos para la materialización del proyecto. Para tal fin serán utilizados los corredores viales existentes y lo que se construyan al interior del proyecto.

El transporte consiste en la movilización, desde los sitios de acopio hacia los diferentes frentes de trabajo, del personal, equipos, herramientas y materiales, efectuado con anticipación a la iniciación de los trabajos de construcción.

Durante la etapa construcción también se estima la generación de residuos que deberán transportarse a un lugar autorizado para su disposición, los principales residuos generados durante la construcción serán:

- Aguas residuales domésticas y no domésticas que serán almacenadas y entregadas a un tercero que cuente con los respectivos permisos para esta actividad.

- Residuos sólidos domésticos y no domésticos que serán separados en la fuente y almacenados en casetas adecuadas para tal fin. Finalmente serán entregados a un tercero que cuente con los respectivos permisos para su disposición final.
- Los escombros y excedentes de excavación serán transportados y dispuestos en una zona de manejo de escombros diseñada exclusivamente para este fin.

El transporte de materiales y residuos se realizará de acuerdo con las fichas de manejo GIII-PMA-AB-02 para el manejo de materiales y residuos de construcción, GIII-PMA-AB-03 para el manejo de residuos sólidos y GIII-PMA-AB-04 para el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos. Las fichas se describen en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.2.2.8 Construcción Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación – ZODME

La disposición del material sobrante de la excavación de cimentaciones y nivelación del terreno, además de los escombros de la construcción se hará en una ZODME ubicada en predios debidamente seleccionados. Los diseños presentarán la manera correcta para disponer los materiales sobrantes, basados en criterios de estabilidad geotécnica, correcto manejo de drenajes y de minimización del impacto visual en el sitio. La localización puntual de la ZODME se establece en los diseños detallados de acuerdo con la evaluación geotécnica del sitio propuesto, y teniendo en cuenta la zonificación ambiental y de manejo de la actividad. En el numeral 3.2.6 y Anexo 3.2 se presenta la información acerca del manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición, y el diseño de la ZODME.

3.2.2.2.9 Pruebas del sistema

Esta actividad se refiere a las pruebas individuales a los equipos, a las pruebas funcionales a los módulos fotovoltaicos y grupos de equipos del parque como

inversores, transformadores etc.., subestación eléctrica y de la totalidad del sistema de evacuación. Para su realización debe contarse con la aprobación de los protocolos de pruebas individuales de los equipos, de pruebas funcionales y el protocolo de puesta en servicio del parque, de la subestación eléctrica y de la línea de evacuación.

3.2.2.3 Fase Constructiva Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

Esta fase se construirá o materializará la infraestructura que compone el parque solar, como son los caminos, edificaciones, centros de transformación, instalación de los seguidores y paneles, entre otras. Durante esta fase se mantiene el desarrollo de la ingeniería de detalle.

3.2.2.3.1 Explanación, movimiento de tierra y nivelación del terreno

En esta etapa se realiza el movimiento de tierras de acuerdo con los planos de detalle o de construcción, se busca alcanzar los niveles y pendientes recomendadas las cuales permitirán la correcta implantación de los paneles fotovoltaicos y un drenaje de la superficie que evite el encharcamiento o erosión en los terrenos del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III.

En lo posible se busca mediante la compensación entre cortes y rellenos reducir la disposición final del material sobrante en vertederos autorizados y/o en la zona de manejo de escombros y material de excavación ZODME.

Para las excavaciones de cualquier naturaleza se incluye el seleccionado y criba del material para ser reutilizado, así como el cargue y transporte del material no válido a zonas de disposición de escombros autorizadas.

Para el caso de los rellenos, estos se realizarán con material procedente de excavaciones del mismo proyecto y libres de materia vegetal. Serán rellenadas de igual forma las excavaciones o perforaciones realizadas en las labores de destoconado y en el retiro de materiales inadecuados.

3.2.2.3.2 Adecuación y/o construcción de obras de drenaje del parque y de la ZODME

Las obras de drenaje corresponden a estructuras encargadas de evacuar y disponer fuera del área del proyecto los volúmenes de agua proveniente de la precipitación, los cuales discurren en forma de escorrentía superficial hacia los cauces. El fin de las obras de drenaje es prevenir la acumulación de agua, restituyendo la continuidad hidráulica de los flujos hacia los caudales naturales y de esta forma se evitan las inundaciones y se da continuidad hidráulica. El sistema de drenaje del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III incluye dos elementos principales: una red de cunetas que conducirán el agua a los cauces naturales existentes y la construcción de estructuras de paso (alcantarillas, box culvert, badenes u otras obras de arte) en la intersección con caminos o vías.

Para la ZODME las obras de drenaje buscan proteger la estructura de las aguas de escorrentía y consisten principalmente en interceptores perimetrales, cunetas en la corona y bajantes sobre taludes, en el numeral 3.2.6 y Anexo 3.2 se detalla el diseño de la ZODME.

3.2.2.3.3 Conformación de los corredores internos y perimetral.

La conformación de los corredores de movilización y mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III inicia con la localización topográfica, el replanteo del eje y los chaflanes, así como de todas las obras de arte y de geotecnia preventiva de acuerdo con los planos de diseño detallado o constructivos; posteriormente se realiza el descapote y el retiro de la capa de suelo orgánico en su totalidad, este material será dispuesto en proximidades del margen de la vía para su uso posterior o disposición final. Por último, se realizará la conformación de la superficie de rodadura según el tipo de estructura.

3.2.2.3.4 Construcción carriles de cambio de velocidad.

Corresponde a la construcción de carriles especiales paralelos a la Ruta 25 que permiten a los vehículos hacer cambios de velocidad fuera de la calzada y no generar fuertes perturbaciones al tránsito cuando se frena al entrar a un ramal de salida (Carril de desaceleración) o cuando se acelera al salir de un ramal de entrada (Carril de aceleración).

Esta actividad comprende la localización topográfica, el replanteo del eje y los chaflanes, así como de las obras de arte y de geotecnia preventiva de acuerdo con los planos de diseño detallado o constructivos; posteriormente incluye la preparación o adecuación de la subrasante, la construcción de la sub-base y base, la imprimación y por último la construcción del pavimento flexible y la instalación de señalización horizontal y vertical.

3.2.2.3.5 Construcción del cerramiento perimetral

La ejecución del cerramiento perimetral debe cumplir con las especificaciones consignadas en los planos de detalle y el proceso constructivo, su objetivo principal será brindar seguridad a las instalaciones del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III. En el numeral 3.2.4.8.2.3 Cerramiento Perimetral se presentan las características generales del cerramiento.

Dentro de las actividades a realizar se encuentran: Localización, trazado y replanteo, limpieza del terreno, excavaciones, cargue, retiro y disposición del material, señalización de la posición definitiva de los postes, colocación de postes, alambres, grapas y otros elementos requeridos, concretos y otros materiales requeridos, llenos y compactación de material, limpieza.

3.2.2.3.6 Apertura de zanjas e instalación de cableado de media tensión

Consiste en la apertura de las zanjas que albergarán el cableado de conexión tanto de baja tensión como de media tensión para el Parque Solar fotovoltaico, de acuerdo con las secciones definidas en el diseño.

Previo a la excavación de la zanja, se demarcará el eje mediante una línea continua con cal que permita a los operadores de las retroexcavadoras o zanjadoras tener un trazado guía.

3.2.2.3.7 Construcción Edificio de Administración y operación

Los edificios necesarios para la fase de operación y mantenimiento de la instalación y centro de control de cabecera de planta se ejecutarán de acuerdo con los planos de detalle y especificaciones técnicas. El área designada para el edificio incluye áreas de almacenamiento, oficinas y estacionamiento.

La construcción comprende las actividades típicas de una edificación como son:

- Localización y replanteo.
- Excavación mecánica.
- Relleno con recebo común.
- Excavación manual.
- Construcción de zapatas, pedestales, vigas de cimentación en concreto.
- Muros en mampostería estructural.
- Vigas y dinteles en concreto.
- Cubierta.
- Acabados.
- Carpintería metálica.
- Obras eléctricas

3.2.2.3.8 Instalación de la estructura de soporte de los paneles y seguidores

La estructura de soporte consiste en perfiles metálicos o tornillos de anclaje que son hincados en el suelo natural sin requerir movimientos de tierras, estos soportarán el mecanismo de los seguidores y los paneles fotovoltaicos. En algunos casos se pueden realizar cimentaciones combinadas según el tipo de suelo de fundación o resultados de la prueba de extracción.

3.2.2.3.9 Montaje de paneles (módulos).

En esta actividad se instalarán los paneles sobre los soportes y se realizarán las conexiones al centro de transformación. La disposición de los paneles obedece a la modulación o configuración realizada durante la etapa de diseño y plasmada en los planos de detalle.

3.2.2.3.10 Montaje de los centros de transformación.

Se realizarán las fundaciones y el montaje del centro de transformación según las especificaciones técnicas y planos constructivos incluye la instalación de los inversores, transformadores, celdas de media tensión y su respectivo cableado de conexión.

3.2.2.3.11 Conexionado.

Esta actividad consiste en la interconexión de los equipos y tableros, la instalación de la totalidad de los cables requeridos, los terminales o grapas para el conexionado, los amarres y las marquillas de identificación de los cables que en todos los casos deben cumplir con el código de colores según la norma técnica colombiana RETIE y deben estar rotulados de acuerdo con la codificación definida en el diseño del conexionado.

3.2.2.3.12 Reconformación de áreas intervenidas en el Parque y la ZODME

El suelo orgánico retirado durante el proceso de excavación será reservado para ser dispuesto posteriormente en la superficie de la ZODME, adicionalmente se promoverá la vegetalización mediante suministro, manejo y siembra de material vegetal vivo o propagación de semillas, con el fin de cubrir el terreno, prevenir la erosión, conservar la calidad biológica del suelo y mejorar la calidad visual del área.

3.2.2.4 Fase Constructiva SE Elevadora

3.2.2.4.1 Excavaciones estructurales

Se refiere a la ejecución de las excavaciones requeridas para la construcción de las estructuras que conforman el proyecto tales como: fundaciones para transformador de potencia, foso separador de aceite, pórticos estructurales, equipos de patio, caseta de control, vías de acceso, ductos, tuberías y canaletas, cajas de inspección, cajas de drenajes, tuberías para filtros de drenajes, bancos de ductos, bordillos de concreto, malla de tierra, malla de cerramiento etc. Se presentas las dos situaciones siguientes:

- Excavaciones tipo pozo para cimentaciones de pórticos y soportes de equipos.
- Excavación tipo zanja para tuberías y cárcamos.

3.2.2.4.2 Adecuación y construcción de obras de Drenaje

La construcción del sistema de drenaje definitivo de la Subestación consiste en el manejo y colocación de las tuberías con todos sus accesorios, perforadas o no, asi como las obras de arte para el drenaje y desagüe de aguas superficiales y subterráneas durante la fase operativa. Los diseños serán definidos con la ingeniería de detalle.

Comprende la construcción de cajas de inspección, su excavación, construcción de muros de concreto y elaboración de tapas en concreto reforzado de acuerdo con la especificación hasta las cotas y según los alineamientos mostrados en los planos de detalle.

- Manejo temporal de agua superficial

Esta actividad se refiere a la construcción de las obras necesarias para conformar los sistemas temporales de drenaje superficial durante la fase constructiva, incluye instalar, mantener y operar todo el equipo de bombeo, así como los elementos que se requieran para desaguar las distintas partes de la obra durante la construcción.

3.2.2.4.3 Rellenos estructurales

Se refiere a la colocación, eventual humedecimiento o secamiento, mezclado, conformación y compactación de los rellenos en el contorno o a lo largo de estructuras de concreto, tuberías, ductos, filtros, lechos filtrantes, zanjas, patios de equipos, patios de transformadores, área de la caseta de la subestación y donde lo indique la ingeniería de detalle

3.2.2.4.4 Fundaciones para pórticos y soporte de equipos

Esta actividad comprende la construcción de las fundaciones en concreto reforzado, con las resistencias y detalles indicados en los planos de la ingeniería de detalle, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios requeridos.

La construcción de las fundaciones debe incluir los ductos requeridos como accesos para conexiones de equipos a cárcamos y conexiones a la malla de puesta a tierra, de acuerdo con las indicaciones del diseño de la ingeniería de detalle y las especificaciones.

- Concretos

Esta actividad consiste en la construcción de las obras en concreto simple, ciclópeo o reforzado que forman parte de estructuras de: fundaciones de pórticos, fundaciones de equipos, bases de transformadores, fosos de aceite, estructuras de drenaje y demás estructuras requeridas para las obras de la Subestación. Comprende la preparación y diseño de mezclas; colocación y remoción de formaletas; transporte, colocación, fraguado, acabado, curado, reparaciones, herramientas, ensayos de resistencia de las mezclas usadas y en general todas las operaciones para ejecutar las obras de acuerdo con los planos y las especificaciones.

- Anclajes y elementos embebidos en el concreto

Corresponde a la correcta instalación de piezas embebidas, sellos, anclajes metálicos, camisas, pasamuros y tuberías o accesorios que atraviesan las estructuras, antes de fundir el concreto. Debe tener especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso, para que dichos elementos queden correctamente fijados en el concreto en la localización indicada en los planos, con las pendientes verticales y horizontales mostradas en los planos y para que no se formen vacíos, grietas u hormigueros en los sitios en donde se instalen.

3.2.2.4.5 Estructuras metálicas

Esta actividad incluye todas las partes de acero estructural necesarias para la construcción de los elementos y estructuras metálicas que se muestran en los planos y que forman parte de la obra; así mismo las actividades necesarias para la correcta instalación en la obra de todos los elementos metálicos requeridos para conformar los pórticos en celosía en el patio y de los soportes de equipos que se requieran, de acuerdo con lo indicado en los planos.

3.2.2.4.6 Pavimentos, sardineles y acabado de patio

Concierne a las actividades requeridas para la construcción del pavimento en las vías interna de la subestación, incluyendo la preparación o adecuación de la subrasante, la construcción de la sub-base y base, la imprimación, la construcción del pavimento flexible o en concreto hidráulico y la instalación de bordillos de acuerdo con los planos.

En los sitios indicados en los planos, se deben construir sardineles de acuerdo con el diseño indicado y debe cumplir con lo estipulado en la especificación correspondiente a concretos.

El acabado de patio hace referencia a las dos alternativas siguientes:

- Piso en grava: Corresponde a los trabajos para la construcción de una base de material granular grueso en la superficie del patio de la subestación.
- Piso en grama: Esta actividad comprende el revestimiento de áreas del proyecto definidas, ya sea mediante el trasplante de bloques de césped o el revestimiento con tierra orgánica y la subsiguiente siembra de semillas de pasto.

3.2.2.4.7 Caseta de control

La construcción de la caseta de control comprende las actividades típicas de una edificación como son:

- Localización y replanteo.
- Excavación mecánica.
- Relleno con recebo común.
- Excavación manual.
- Construcción de zapatas, pedestales, vigas de cimentación en concreto.
- Muros en mampostería estructural.
- Vigas y dinteles en concreto.

- Cubierta.
- Acabados.
- Carpintería metálica.
- Obras eléctricas

Las actividades se ejecutarán de acuerdo con los planos de detalle y especificaciones técnicas.

3.2.2.4.8 Instalaciones eléctricas

- Cárcamos o canaletas para cables eléctricos

Esta actividad se refiere a la construcción de cárcamos para instalación de cables de fuerza, control y soporte de celdas y tableros de acuerdo con los planos de detalle y las especificaciones técnicas.

- Bancos de ductos para cables eléctricos

Esta actividad corresponde a la construcción de bancos de ductos para cables eléctricos, en los sitios indicados y de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

- Obras eléctricas

Dentro de las actividades de la obra eléctrica se encuentran las siguiente:

  - Instalación y montaje de interruptor tripolar y monopolar
  - Instalación y montaje de seccionador
  - Instalación y montaje de transformadores
  - Instalación de sistema de puesta a tierra
  - Instalación y montaje de tableros de control, protección y medición.
  - Instalación y montaje de torre para antena micro ondas

3.2.2.5 Fase Constructiva de la Línea de Evacuación

Esta etapa hace referencia a las obras civiles requeridas para asegurar el acceso a la línea de evacuación, la adecuación del terreno para el montaje de las torres y posterior tendido de los conductores.

3.2.2.5.1 Despeje de servidumbre y plazas de tendido

Consiste en la limpieza del corredor de la línea de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño. Se despeja la vegetación presente en la franja de servidumbre que interfiera con la construcción u operación de la línea de evacuación eléctrica, de forma que permita las labores de tendido del conductor y cable de guarda y no genere acercamientos (romper la distancia de seguridad) durante la etapa operativa.

Fotografía 3.42 Despeje de la Franja De Servidumbre.



Despeje de la Servidumbre de la línea

Fuente: Guías ambientales para proyectos de evacuación eléctrica, 1999

Los objetivos de esta actividad son los siguientes:

- Permitir las maniobras de construcción durante el desarrollo de los trabajos.
- Servir para la habilitación de acceso a lo largo de la línea, para el transporte de personal, materiales y equipos, así como para el tendido y tensionado de cable conductor y de guarda.

- Proteger las estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en las líneas.
- Proteger a los terrenos y cultivos adyacentes a la línea, contra posibles incendios ocasionados por la caída de conductores.

3.2.2.5.2 Adecuación de los sitios de torre (limpieza y descapote)

Consiste en la limpieza de terreno cuyo fin es eliminar la vegetación existente sobre el terreno, es parte importante de su habilitación para el desplante de una estructura y en la realización de una excavación; puede ejecutarse a mano o a máquina. Los residuos de esta actividad serán debidamente clasificados para su cargue y transporte a vertederos autorizados y/o a la zona de manejo de escombros y material de excavación ZODME. Ver Capitulo 10 Ficha de manejo GIII-PMA-AB-02 Manejo de materiales, residuos de construcción y demolición (RCD), y zonas de disposición final- ZODME.

3.2.2.5.3 Actividades de explanación y excavación en sitios de torre

La excavación se realiza sobre el área previamente demarcada de acuerdo con los planos de diseño detallado. Esta labor puede realizarse a mano o con maquinaria, dependiendo del tipo de materiales presente; sin embargo, el terminado final en el fondo de la excavación debe ser manual. Para cada tipo de cimentación se prepara un plan específico que establecerá con precisión las diferentes necesidades para cada sector.

El material procedente de la excavación que sea apto para el relleno de la misma, se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención de los mismos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la reimplantación y extendido de la cobertura vegetal de la excavación. En general todos los residuos de la excavación no factibles de ser utilizados, serán retirados del área de la obra para ser depositados

en la ZODME diseñada para el proyecto o en sitio aprobado por las autoridades ambientales. Ver numeral 3.2.6.

Se preverá la construcción de drenajes superficiales para encauzar el agua pluvial o corrientes superficiales (perennes o intermitentes) que se crucen con el trazo de la línea de evacuación eléctrica, hacia sitios donde la erosión no afecte la estructura. Este sistema de drenajes se diseñará en la ingeniería de detalle.

3.2.2.5.4 Cimentación torres

De acuerdo con las características propias de los materiales de fundación de cada torre, se establece el tipo de cimentación a utilizar. Una vez terminadas las obras de cimentación se procede al relleno de la excavación realizada, utilizando los materiales adecuados procedentes de la misma excavación. Los materiales deben ser seleccionados evitando la colocación de bloques de roca o materiales orgánicos que no permitan la adecuada compactación de los materiales de relleno.

3.2.2.5.5 Montaje de torres: ensamblaje y levantamiento.

Los elementos de las torres están compuestos por perfiles de acero laminados que se unen entre sí por medio de tornillos, por lo que su ensamble es manual y no requiere maquinaria específica.

Cada torre tiene una gran cantidad de piezas de diversos tamaños debidamente etiquetadas para poder ser ensambladas en terreno.

Según el configurado definido previamente para la torre, el espacio disponible en cada sitio y la posibilidad de usar equipos, el izado puede realizarse de dos maneras: La más frecuente consiste en el armado previo de la torre en el suelo y su posterior izado mediante grúas y plumas pesadas, un segundo método se basa en el izado de las piezas una a una y su montaje sobre la propia torre.

Fotografía 3.43 Ensamble De Torres



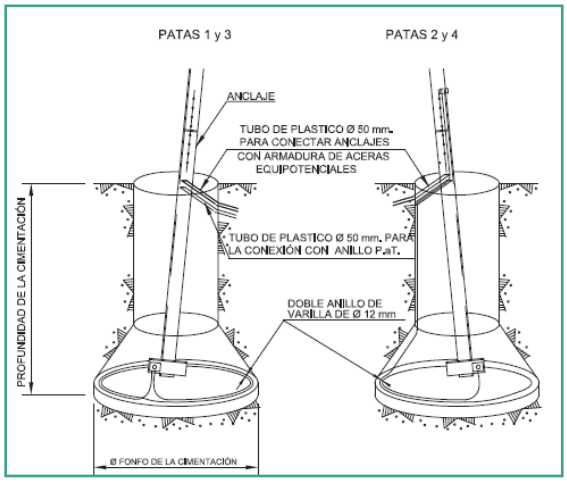
Ensamble de Torre
Procedimiento Constructivo

Fuente: Guías ambientales para proyectos de evacuación eléctrica, 1999

3.2.2.5.6 Instalación de Puesta a tierra.

Todos los apoyos de material conductor deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud.

Figura 3.13 Puesta A Tierra Apoyo Patas Separadas



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2020.

3.2.2.5.7 Tendido e instalación de conductores, aisladores, cables y fibra óptica.

Corresponde a la instalación de aisladores con sus respectivos accesorios y en cada cruceta se pone una polea para el tendido de conductores y cable de guarda. Se arman todas las partes o componentes de los ensamblajes, se instalan todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores y verificar que cada ensamblaje este correctamente instalado.

Una vez terminado el montaje de las estructuras y despeje de la servidumbre se iniciará la instalación del conductor.

Se elegirán puntos dentro de la franja de seguridad, en lo posible entre estructuras de anclaje, que permitan la instalación del equipo con tramos de tendido lo más extenso posible. El montaje de conductores se realiza con maquinarías de tendido conformada por el freno, malacate, desenrrolladoras y poleas dispuestas en las estructuras involucradas para el tendido del cable.

Figura 3.14 Tendido De Conductores En Líneas



Tendido de conductores
Proceso Constructivo

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.2.6 Actividades Transversales Fase Operativa

3.2.2.6.1 Manejo y Disposición Final de Residuos líquidos y sólidos

Durante la etapa Operativa se estima la generación de aguas residuales domésticas provenientes principalmente de los baños dispuestos en las instalaciones del parque solar y subestación elevadora, las cuales serán almacenadas y entregadas a un tercero que cuente con los respectivos permisos para esta actividad.

La generación de residuos sólidos domésticos, serán almacenados en casetas adecuadas para tal fin y entregados a un tercero que cuente con los respectivos permisos para su disposición final.

La estimación de volúmenes de residuos sólidos y líquidos se presenta en el numeral 3.2.7.2 Estimación de volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos.

El manejo y disposición de residuos se realizará de acuerdo con las fichas de manejo GIII-PMA-AB-02 para el manejo de materiales y residuos de construcción, GIII-PMA-AB-03 para el manejo de residuos sólidos y GIII-PMA-AB-04 para el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos. Las fichas se describen en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.2.7 Fase Operativa Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

Esta Fase incluye todas las actividades que se realizarán durante el periodo de operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, incluye puesta en marcha, operación y mantenimiento durante la producción de energía 100% limpia que será inyectada al Sistema Interconectado Nacional - SIN.

3.2.2.7.1 Puesta en marcha y operación Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

Antes de comenzar con la operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, se deben comprobar que se cumplen con la norma técnica colombiana NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Una vez comprobado se pone en marcha el parque. Para ello se siguen los siguientes pasos:

- Energizar la instalación
- Energizar las entradas del anillo de MT
- Conectar el anillo de MT
- Energizar los transformadores de los Centros de Transformación
- Puesta en marcha de los inversores.

Con la puesta en marcha inicia la operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y la generación de energía eléctrica a partir del recurso solar.

3.2.2.7.2 Mantenimiento electromecánico

Consiste en la revisión y mantenimiento de los elementos y estructura que componen el parque. Se ejecutan actividades tales como: ajuste de estructuras; pintura especialmente de cerramiento, revisión de cableado y de los módulos fotovoltaicos, cambio de fusibles y reapriete de bornas. En caso de ser necesario se realizará la desenergización de zonas afectadas, reparación o reemplazo de elementos, y finalmente la energización del sector.

3.2.2.7.3 Limpieza de paneles y mantenimientos a estructuras y módulos

Normalmente, las instalaciones solares requieren un mínimo de mantenimiento que corresponde en general a una inspección visual periódica para comprobar el buen estado de los paneles y el reemplazo de módulos defectuosos. Los módulos defectuosos que se tengan que descartar tanto en la fase de construcción como en la de operación serán tratados como residuos peligrosos y dispuestos en sitios autorizados para el manejo de este tipo de residuos y de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-AB-03 descrita en el Capítulo 10 de este estudio. Sin embargo, dado el bajo nivel de precipitación en el área seleccionada para ubicar el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, se hace necesaria la limpieza periódica de los módulos con agua para mantener la eficiencia en la captación de la radiación solar. En el numeral 3.2.4.5 Operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se describe con mayor detalle la limpieza de paneles y en el numeral 3.2.5 INSUMOS DEL PROYECTO se presenta un estimado del volumen requerido de agua para limpieza. En manejo del agua residual de la limpieza de paneles se hará de acuerdo con la ficha GIII-PMA-AB-04 del Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.2.7.4 Mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico – Limpieza y poda de vegetación

Para evitar cualquier anomalía que la vegetación pueda causar en el parque y facilitar las actividades de control y movilización dentro de las instalaciones del parque, es necesario un control de periódico de la misma. Este control se realizará mediante rocería por medios mecánicos.

El mantenimiento del Parque debe también garantizar que las vías internas se encuentren en condiciones óptimas para llevar a cabo las actividades de control y mantenimiento. Las principales tareas a realizar en las vías son limpieza y aperturas de cunetas, reparación de badenes, aplicación de material de afirmado, con el que se pretende garantizar la seguridad y accesibilidad a estas vías.

3.2.2.8 Fase Operativa de la Subestación

3.2.2.8.1 Puesta en marcha y operación de Subestación

Durante el proceso de instalación del equipo de la subestación y sobre todo al final, cuando se procede a la puesta en servicio de la instalación, es necesario efectuar una serie de pruebas para determinar el estado de los aislamientos, los circuitos de control, la protección, medición, señalización, alarmas y finalmente el funcionamiento de la subestación.

Los equipos a revisar son, básicamente, el transformador, los interruptores de alta tensión, los seccionadores, los transformadores de media y protección, las auto válvulas y los relés de protección.

3.2.2.8.2 Mantenimiento electromecánico

Consiste en la revisión y mantenimiento de los elementos que constituye la subestación, el cual consiste, básicamente, en la revisión física, limpieza, lubricación, apriete de conexiones, así como pruebas mecánicas, eléctricas y dieléctricas y reemplazo de componentes defectuosos.

3.2.2.9 Fase Operativa de la Línea de Evacuación

3.2.2.9.1 Puesta en marcha y operación de la línea de evacuación

Corresponde a la energización del sistema, al nivel de tensión previsto en el diseño y construcción de la línea, de acuerdo con las normas de seguridad y el cumpliendo de los criterios de calidad respecto a la frecuencia, la regulación de tensión, las pérdidas de energía y la distorsión producida por armónicos.

La puesta en marcha puede realizarse en dos circunstancias, una cuando se pone en funcionamiento inicial el sistema y la otra luego de que ocurra un disparo de la

línea (interrupción del flujo). Esta actividad se realiza desde los tableros de control automatizados ubicados en la subestación.

3.2.2.9.2 Mantenimiento electromecánico

Consiste en la revisión y mantenimiento de los elementos y de los sitios de apoyo. Se ejecutan actividades tales como: cambio o refuerzo de estructuras, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra. En caso de ser necesario se realizará la desenergización de zonas afectadas, reparación o reemplazo de elementos, y finalmente la energización del sector.

3.2.2.9.3 Control de estabilidad de sitios de torre

Hace referencia a la revisión de la estabilidad de los sitios de torre y en el caso de ser necesario la toma de medidas de manejo, como lo es la empradización de los sitios de torre afectadas por las actividades operativas.

3.2.2.9.4 Mantenimiento zona de servidumbre

Comprende la realización de revisiones y seguimiento periódico en la servidumbre, con el fin de detectar si existen acercamientos peligrosos o interferencia con la vegetación, viviendas o cualquier tipo de edificaciones. En caso de presentarse, se procede a la tala y/o poda de esta vegetación y/o a la toma de medidas correctivas necesarias para evitar los riesgos de acercamientos eléctricos.

3.2.2.10 Actividades Transversales Fase post-operativa

3.2.2.10.1 Acopio temporal

Los sitios de acopio temporal corresponden a áreas dentro del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, la subestación o la servidumbre de la Línea de Evacuación destinadas a la reserva transitoria de materiales provenientes de las infraestructuras desmanteladas. En estas áreas serán clasificados los materiales, para luego ser transportados y hacer su disposición final.

La selección de estas áreas debe satisfacer los requerimientos de espacio y accesibilidad del proceso. En el numeral 3.2.4.8 Infraestructura asociada al proyecto se presenta la estimación de áreas requeridas como acopio temporal.

3.2.2.10.2 Reconformación de las áreas intervenidas

Esta actividad consiste en la reconformación de las franjas de terreno usadas como corredores de mantenimiento y de aquellas áreas donde se implanten estructuras durante el desarrollo del proyecto, con el fin de dejarlas en las mismas o mejores condiciones a las encontradas durante la inspección inicial.

Antes de la etapa constructiva se debe realizar actas de vecindad de los predios e infraestructura presente en el área del proyecto, con el fin de identificar y dejar constancia del estado inicial de cada uno de los elementos. En la ficha de manejo GIII-PMA-SOC-02 del Capítulo 10 Planes y Programas se describe el programa de manejo para la afectación a terceros el cual incluye la elaboración de actas de vecindad**.** De igual forma una vez terminado el desmantelamiento y cierre del proyecto, si se acuerda con los dueños que se entrega el predio en las condiciones iniciales, se deberá redactar un acta de vecindad con la firma de conformidad de los dueños de los predios en la que conste que las condiciones iniciales de sus predios fueron restituidas o bien acordarse la entrega del predio con infraestructura.

En esta etapa se realiza la limpieza general del área, es decir el retiro definitivo de escombros, residuos y equipos. Posteriormente es hecha la restauración de los terrenos y la recuperación total del ecosistema del área donde fue ejecutado el proyecto; esto implica la implementación de medidas de descontaminación, de reconformación morfológica y paisajística según sea el caso.

Una vez terminado el proceso se dejará registro fílmico y/o fotográfico de las condiciones finales del área y se procederá al cierre de las relaciones con la comunidad.

Debe realizarse una revisión detallada del estado de cumplimiento de los compromisos adquiridos con las comunidades, los propietarios de los predios y las autoridades locales, así como de los requerimientos establecidos en los diferentes actos administrativos expedidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Seguidamente se debe presentar a las autoridades locales, organizaciones sociales y pobladores interesados, el balance de cumplimiento de las obligaciones adquiridas con la Licencia Ambiental y demás actos administrativos expedidos por esta Autoridad.

En el Plan de Manejo Ambiental descrito en el Capítulo 10 Planes y programas se presentan las acciones y medidas para prevenir, mitigar, corregir y compensar las afectaciones al medio ambiente durante el desarrollo de las diferentes fases del proyecto, buscando una situación similar o mejor a las condiciones previas al inicio de las actividades.

3.2.2.10.3 Manejo y Disposición Final de Residuos líquidos y sólidos

Todos los materiales producto del desmantelamiento y demolición del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, la subestación elevadora y la línea de evacuación serán almacenados en las áreas de acopio temporal y clasificados para luego ser entregados a un tercero que cuente con los respectivos permisos para su manejo y disposición final.

El manejo y disposición de residuos se realizará de acuerdo con las fichas de manejo GIII-PMA-AB-02 para el manejo de materiales y residuos de construcción, GIII-PMA-AB-03 para el manejo de residuos sólidos y GIII-PMA-AB-04 para el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos. Las fichas se describen en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.2.11 Fase post-operativa Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y subestaciones

El desmantelamiento hace parte del plan de cierre del proyecto, una vez éste llegue al final de su vida útil proyectada para 30 años; se deberá realizar el retiro de infraestructura, abandonar y restaurar las zonas que fueron empleadas para el desarrollo del mismo; las cuales deben en lo posible ser reintegradas para su uso posterior en actividades similares a las desarrolladas antes del establecimiento del proyecto. Todas las acciones relacionadas con esta actividad deben cumplir con los aspectos relacionados con seguridad industrial y protección al medio ambiente.

Se realizará el retiro de todas las estructuras construidas e instaladas en las etapas de construcción y operación del proyecto, es decir, el desmantelamiento de los módulos o paneles fotovoltaicos, estructuras de soporte, sistema de cableado, seguidores, subestación eléctrica, línea de alta tensión, fundaciones, bodegas, oficinas, instalaciones sanitarias, etc. Además, se retirarán todos los elementos de desecho y se enviarán a un lugar autorizado para reciclaje o disposición final.

El desmantelamiento considera la formulación de un plan, con tiempo acotado para retirar de forma ordenada los componentes del proyecto; reparar los efectos ocasionados por las actividades desarrolladas; y realizar la recuperación morfológica y paisajística del lugar; adicionalmente se establecerá un periodo de tiempo para el seguimiento de las medidas implementadas. El plan de desmantelamiento y abandono se describe en el Capítulo 10 Planes y programas numeral 10.1.4.

Las actividades generales de desmantelamiento a ejecutar estas descritas a continuación:

3.2.2.11.1 Desmantelamiento y demolición de obras y estructuras civiles

Bajo esta categorización están agrupadas tareas como realizar un inventario de instalaciones, maquinaria, redes de servicios públicos y equipos a desmantelar, incluyendo datos de dimensiones y peso; definición de sitios temporales para el almacenamiento de equipos; el acopio de residuos y escombros, de acuerdo con su cantidad, volumen y peligrosidad, y la definición de las estrategias de movilización.

3.2.2.11.2 Desmonte y retiro de los paneles y estructuras de soporte de los módulos

En primer lugar, se realizará la desconexión de los paneles. Posteriormente, se desmontarán los paneles y por último se retirarán siguiendo el Plan de desmantelamiento y abandono descrito en el Capítulo 10 Planes y programas numeral 10.1.4.

El desmonte de los seguidores consiste básicamente en el desarmado de las estructuras que sostienen los módulos. Luego, se retirarán las estructuras incluyendo los postes y se apilarán en un lugar destinado para ello desde el cual serán cargadas a un camión para su transporte definitivo.

Esta actividad incluye el retiro de cableado de baja tensión.

3.2.2.11.3 Desmonte de las cabinas de conversión

Se procederá a la desconexión, desmonte y retiro de los inversores, y finalmente los restos de estos equipos se transportarán a un gestor autorizado para su tratamiento y reutilización.

3.2.2.11.4 Apertura de zanjas para el retiro del cableado de media tensión

Consiste en la apertura de zanjas que albergan el cableado de conexión de los módulos del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, el retiro del cableado y posterior llenado y compactación del material de excavación en las zanjas.

3.2.2.11.5 Desmantelamiento Subestación elevadora

Se procederá a la desconexión de todo el equipamiento eléctrico y centros de transformación, para posteriormente retirar las estructuras, las cuales se apilarán en un lugar destinado para ello desde el cual serán cargadas a un camión para su transporte definitivo a una empresa autorizada para su correcto tratamiento como chatarra metálica y/o reutilización como equipo eléctrico.

3.2.2.12 Fase post-operativa de la Línea de Evacuación

Una vez el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo cumpla los 30 años de operación y llegado el caso se decida su desmantelamiento; se procederá con las siguientes actividades en la línea de evacuación:

3.2.2.12.1 Desconexión de líneas de Conexión y equipos.

Se procederá a desenergizar la línea de conexión conectada a las subestaciones eléctricas y los equipos; tomándose todos los resguardos necesarios para la protección de las personas que participen en la actividad de retiro de éstas.

3.2.2.12.2 Desmantelamiento de los conductores y Torres

Se desmontarán los conductores y las estructuras de las torres. Los equipos que puedan ser reutilizados serán embalados y guardados en almacenes y, los que no, se dispondrán como chatarra metálica en un sitio autorizado para ello.

3.2.2.12.3 Retiro de obras civiles

Las fundaciones de las torres serán demolidas y retiradas en su totalidad y transportadas a sitios autorizados para su disposición final como escombro de construcción. El transporte de residuos se realizará de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-AB-02 Manejo de materiales y residuos de construcción descrita en el Capítulo 10 Planes y programas,

3.2.3 DISEÑO DEL PROYECTO

La implantación y diseño del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500 kV se realizó, teniendo en cuenta todas las restricciones ambientales y legales que se presentan en el área de influencia del proyecto, se respetó la infraestructura social y productiva existente, como son: las vías, caminos, predios, quebradas, canales, taludes pronunciados, sitios inestables y los cruces con líneas eléctricas, igualmente las áreas de importancia ambiental.

En el Capítulo 6 Zonificación ambiental numeral 6.7 se presenta la descripción de las áreas de restricción especial y legal, en el Capítulo 9 Zonificación de manejo ambiental del proyecto numeral 9.2.5 se presenta la zonificación de los aspectos normativos y legales para el área preliminar geosférica que analiza las restricciones cercanas al área del proyecto y en el numeral 9.2.6 los resultados de la zonificación de manejo general para el proyecto obtenidos a partir del cruce de los mapas de zonificación de manejo de los medios abiótico, biótico, paisaje, socioeconómico y aspectos normativos o legales**.**

3.2.3.1 Análisis del recurso solar

El sol produce energía en forma de radiación electromagnética que es la fuente energética básica para la vida en la Tierra. El origen de esta energía está en el interior del sol, donde tienen lugar las reacciones de fusión por la que cuatro átomos de hidrógeno dan lugar a dos átomos de helio y la masa atómica sobrante se transforma en energía de acuerdo con la fórmula de Einstein $E = mc^2$.

Debido a la gran distancia entre el sol y la Tierra, la radiación solar en la superficie terrestre es sólo una pequeña parte de la emitida por el sol (3,86.10E26 W que, por unidad de superficie del sol es 6,35 10E7 W/m^2). En concreto, al planeta Tierra llegan como valor medio 1.367 W/m^2 que se denomina constante solar.

La potencia radiante de 1.367 W/m^2 que llega al Planeta Tierra no es la que finalmente alcanza la superficie terrestre, puesto que la atmósfera terrestre atenúa

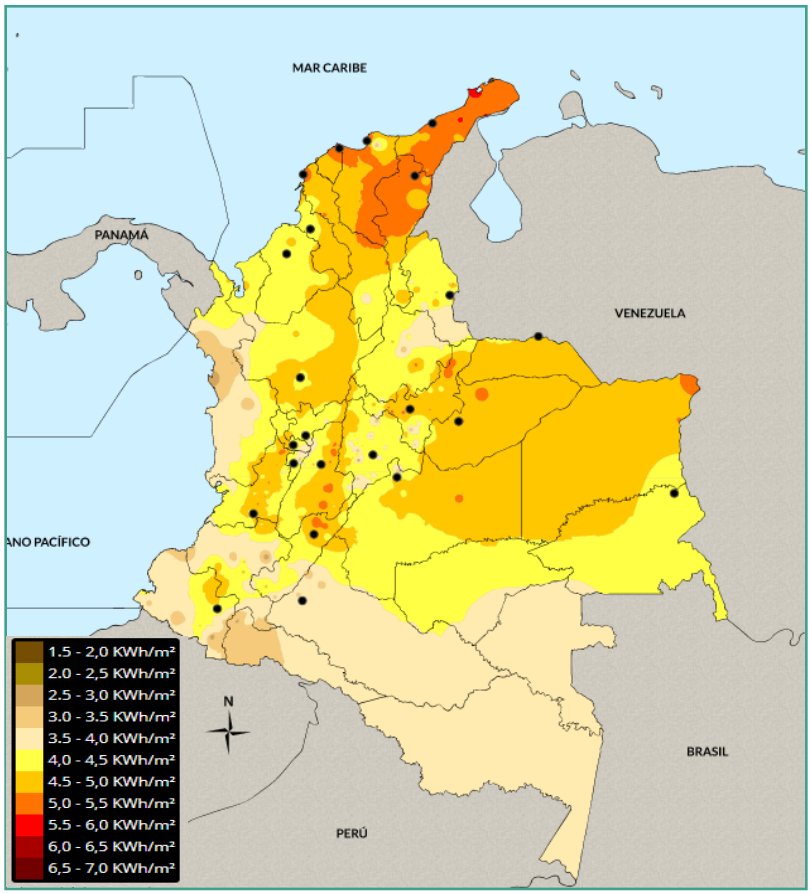
la radiación solar debido a la reflexión, absorción y difusión que los componentes atmosféricos (moléculas de aire, ozono, vapor de agua, CO_2, aerosoles, etc.) producen sobre la radiación solar. Al pasar la radiación solar por la atmósfera se reduce la intensidad de la radiación debido a:

- Reflexión por la atmósfera, incluidas las nubes.
- Absorción de las moléculas que componen la atmósfera (O_3, H_2O, O_2, CO_2 etc.)
- Difusión producida por las moléculas de aire y otros componentes, incluidos los aerosoles (naturales o precedentes de la contaminación)

Si se suma toda la radiación global que incide sobre un lugar determinado en un periodo de tiempo definido (hora, día, mes, año) se obtiene la energía en kWh/m^2. Este valor es diferente según la región a que hagamos referencia.

En la Figura 3.15 se observan las diferencias regionales de irradiación global media anual en Colombia. En la misma figura se observan mayores intensidades de la radiación en la costa caribe, específicamente en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico y Bolívar con intensidades entre 4,50 y 5,50 kWh/m^2/día.

Figura 3.15 Radiación Solar En Colombia



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Dados los altos valores de Irradiación solar en el Caribe colombiano junto a la disponibilidad de terrenos para la implantación del Parque Solar Fotovoltaico se definió la localización del proyecto en el Municipio de Ponedera, Departamento del Atlántico, Colombia.

Los datos climatológicos utilizados para la estimación de la generación fotovoltaica provienen de la base de datos SolarGIS y se han obtenido los datos estimados de irradiancia y temperatura para las siguientes coordenadas que se encuentran dentro del terreno definido para la implantación del proyecto.

- Latitud: 10.59º N
- Longitud: 74.80º O

El emplazamiento del parque se caracteriza por las siguientes condiciones:

- Altitud: 23 msnm
- Temperatura media Anual: 28.27 ºC
- Instalación: Intemperie

Los datos de Irradiancia Global Horizontal (IGH) y temperaturas mensuales estimados para la generación fotovoltaica son los siguientes:

Tabla 3-26 Climatología

MES	IGH (kWh/m² año)	Temperatura (ºC)
Enero	177.0	28.26
Febrero	171.7	28.93
Marzo	186.7	28.71
Abril	170.9	28.27
Mayo	167.6	28.53
Junio	168.5	27.63
Julio	177.8	28.92
Agosto	178.8	28.58
Septiembre	165.0	27.76
Octubre	154.8	27.20
Noviembre	142.4	27.93
Diciembre	155.1	28.56
ANUAL	2016.5	28.27

Fuente: SolarGIS

3.2.3.2 Gestión Predial

La implantación y diseño del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III además del recurso solar depende de la disponibilidad de terrenos y sus características. La gestión predial se desarrolló permitiendo definir como ubicación del proyecto la zona rural de los corregimientos de Santa Rita y Puerto Giraldo, al Sur del Municipio de Ponedera, un área amplia y plana con acceso directo desde la Vía Nacional Ruta 25, dedicada a la ganadería y cuyas negociaciones con los propietarios ya han sido adelantadas. En la Tabla 3-27 se presentan los predios que harán parte del proyecto Solar, en la Figura 3.16 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0051-SAPR Sabana predial-Predios Parque se muestran los predios que albergarán las instalaciones del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III.

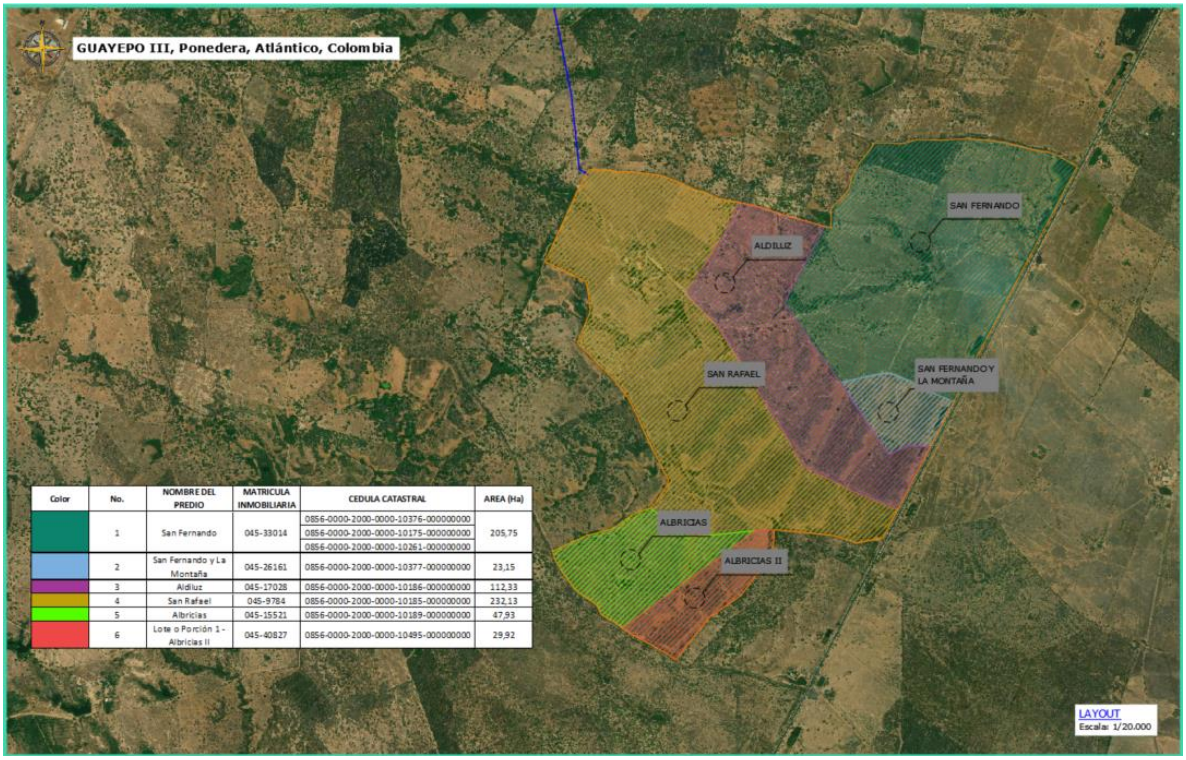
En respuesta al requerimiento 4, el cuál cita " ***Ajustar la delimitación de los predios que serán intervenidos con la construcción del Parque Fotovoltaico. Dicho ajuste deberá guardar relación entre los capítulos del Estudio de Impacto Ambiental EIA y el modelo de almacenamiento geográfico MAG presentado para el proyecto"*** se verificó la delimitación de los predios del parque fotovoltaico a partir del levantamiento topografico realizado para el proyecto en febrero de 2021, posteriormente se valida que la información presentada sea consistente en los capitulos del Estudio de Impacto Ambiental y en el modelo de almacenamiento geografico. Como consecuencia de esta mdoficiación a los linderos se ajusta la infraestructura que se encontraba en los limites de los predios (cerramiento, viales y algunas zonas de paneles), de forma que queden dentro del área de proyecto.

Tabla 3-27 Predios Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

N°	NOMBRE DEL PREDIO	AREA (ha)	MATRICULA INMOBILIARIA	CEDULA CATASTRAL	MUNICIPIO
1	San Fernando	205,75	045-33014	0856-0000-2000-0000-10376-000000000 0856-0000-2000-0000-10175-000000000 0856-0000-2000-0000-10261-000000000	Ponedera
2	San Fernando y La Montaña	23,15	045-26161	0856-0000-2000-0000-10377-000000000	Ponedera
3	Aldiluz	112,33	045-17028	0856-0000-2000-0000-10186-000000000	Ponedera
4	San Rafael	232,13	045-9784	0856-0000-2000-0000-10185-000000000	Ponedera
5	Albricias	47,93	045-15521	0856-0000-2000-0000-10189-000000000	Ponedera
6	Lote o Porción 1 - Albricias II	29,92	045-40827	0856-0000-2000-0000-10495-000000000	Ponedera

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.16 Predios Parque Solar Fotovoltaico Guayepo



Color	No.	NOMBRE DEL PREDIO	MATRICULA INMOBILIARIA	CEDULA CATASTRAL	AREA (Ha)
	1	San Fernando	045-33014	0856-0000-2000-0000-10376-000000000 0856-0000-2000-0000-10175-000000000 0856-0000-2000-0000-10261-000000000	205,75
	2	San Fernando y La Montaña	045-26161	0856-0000-2000-0000-10377-000000000	23,15
	3	Aldiluz	045-17028	0856-0000-2000-0000-10186-000000000	112,33
	4	San Rafael	045-9784	0856-0000-2000-0000-10185-000000000	232,13
	5	Albricias	045-15521	0856-0000-2000-0000-10189-000000000	47,93
	6	Lote o Porción 1 - Albricias II	045-40827	0856-0000-2000-0000-10495-000000000	29,92

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2022.

Para la implantación de la línea de evacuación se adelantaron los acercamientos y socializaciones con los propietarios de los predios ubicados en el corredor comprendido entre la Subestación Elevadora El Uvero y el apoyo No. 4 de la Línea de evacuación del proyecto licenciado[3] "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***", buscando la línea más corta, respetando la restricciones ambientales y sociales.

En la Tabla 3-28 se presentan los predios en los cuales se implantará la línea de evacuación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, en la Figura 3.17 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0051-SAPR Sabana predial - Predios LAT se muestran la ubicación y distribución de los predios.

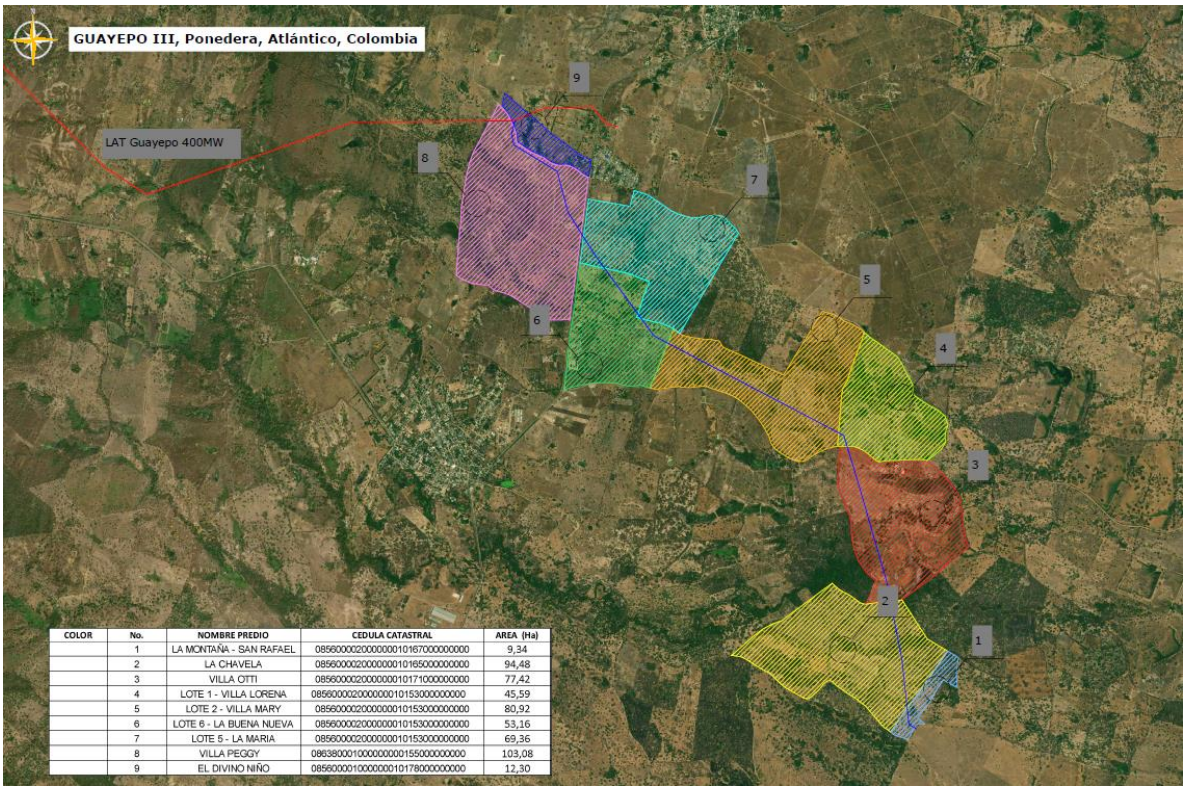
[3] *Resolución 00981 de 8 de junio de 2021*

Tabla 3-28 Predios Para La Línea De Evacuación

N°	NOMBRE DEL PREDIO	AREA (ha)	MATRICULA INMOBILIARIA	CEDULA CATASTRAL	MUNICIPIO
1	La Montaña - San Rafael	9,34	045-81604	0856-0000-2000-0000-10167-000000000	Ponedera
2	La Chavela	94,48	045-1160	0856-0000-2000-0000-10165-000000000	Ponedera
3	Villa Otti	77,42	045-243	0856-0000-2000-0000-10171-000000000	Ponedera
4	Lote 1 - Villa Lorena	45,59	045-79896	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Ponedera
5	Lote 2 - Villa Mary	80,92	045-79897	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Ponedera
6	Lote 5 - La Buena Nueva	53,16	045-79900	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Ponedera
7	Lote 6 - La María	69,36	045-79901	0856-0000-2000-0000-10153-000000000	Ponedera
8	La Peggy	103,08	045-17904	0863-8000-1000-000000-155000-000000	Sabanalarga
9	El Divino niño	12,30	045-25740	0856-0000-1000-0000-10178-000000000	Ponedera

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.17 Predios Línea De Evacuación



COLOR	No.	NOMBRE PREDIO	CEDULA CATASTRAL	AREA (Ha)
	1	LA MONTAÑA - SAN RAFAEL	08560000200000001016700000000	9,34
	2	LA CHAVELA	08560000200000001016500000000	94,48
	3	VILLA OTTI	08560000200000001017100000000	77,42
	4	LOTE 1 - VILLA LORENA	08560000200000001015300000000	45,59
	5	LOTE 2 - VILLA MARY	08560000200000001015300000000	80,92
	6	LOTE 6 - LA BUENA NUEVA	08560000200000001015300000000	53,16
	7	LOTE 5 - LA MARIA	08560000200000001015300000000	69,36
	8	VILLA PEGGY	08638000100000000015500000000	103,08
	9	EL DIVINO NIÑO	08560000100000001017800000000	12,30

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.3.3 Estimación de la producción energética del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

Una vez conocido el recurso solar en la zona, la producción de electricidad a partir de generación fotovoltaica depende de las características técnicas de la instalación. La planta fotovoltaica es diseñada buscando el mayor nivel de eficiencia y facilidad de operación.

Para tener una aproximación de la energía que producirá el parque se ha considerado los criterios que se muestran a continuación:

Criterios de Simulación

Para la simulación del parque fotovoltaico se han considerado los siguientes componentes:

- Modulo fotovoltaico: LR5-72HBD-540M de 540 Wp, del fabricante LONGI Solar
- Inversor: SG3125HV-30, 3125 kVA @ 50 ℃ del fabricante SUNGROW.
- Configuración DC:
- Nº módulos serie: 28
- Nº Strings: 17.859
- Potencia DC: 270 MWp corresponde a la potencia instalada en los paneles. La potencia nominal, es decir la potencia de los inversores es de 200 MWn
- Configuración de estructura de soporte
    - Seguidor horizontal de un eje
    - 84 módulos por seguidor
    - Inclinación: 0º
    - Pitch: 11,6 m
- Configuración eléctrica:
    - Tensión CC: 1.500 V
    - Tensión CA: 33 kV

En el software de simulación PVsyst 7.1 se introducen los parámetros característicos de la instalación tales como:

- Datos de irradiancia Global Horizontal y temperatura estimados para la zona.
- Tipología de seguidor y parámetros que definen su implantación y comportamiento.
- Marca y modelo de Panel Fotovoltaico, así como algunas características de su comportamiento.
- Marca y modelo del inversor fotovoltaico.
- Configuración de módulos por strings y agrupaciones de strings.
- Introducción de las pérdidas estimadas según la distribución de la instalación y características constructivas.

El software nos permite estimar un conjunto de pérdidas globales en las condiciones de funcionamiento de la instalación fotovoltaica durante un año tipo. La distribución mensual de generación es la siguiente:

Tabla 3-29 Generación Fotovoltaica Proyecto

MES	ENERGÍA TOTAL (MWh)
Enero	52277
Febrero	49780
Marzo	52156
Abril	45964
Mayo	45242
Junio	46124
Julio	48256
Agosto	48236
Septiembre	45050
Octubre	43501
Noviembre	40560
Diciembre	44590

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

De acuerdo con las simulaciones realizadas, se obtiene una producción específica de: **Yield bruta: 2080 kWh/kWp.**

A la producción anual debe incorporarse un factor de disponibilidad de la planta, el cual tiene en cuenta las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se le realizan como parte de los planes de Operación y Mantenimiento. Este valor de disponibilidad anual se ha estimado en un valor de 97,5%.

Por otra parte, a lo largo de la vida útil de la instalación fotovoltaica se va produciendo una ligera degradación en los módulos fotovoltaicos debido a su funcionamiento, esta degradación se estima aproximadamente en un 0,7% anual.

Teniendo en cuenta los dos parámetros descritos anteriormente, en la Tabla 3-30 se presenta la estimación de la producción anual neta para los dos primeros años de operación.

Tabla 3-30 Producción Neta

PRODUCCIÓN BRUTA AÑO (MWh/Año)	561.736
DISPONIBILIDAD	97,5%
PRODUCCIÓN NETA AÑO (MWh/Año)	547.692

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Una vez realizado el estudio completo en PVSYST se obtiene el informe que se muestra en la Tabla 3-31.

Tabla 3-31 Informe Simulación PvSyst

Project: Guayepo III (Solargis)

Variant: Guapepo III_Simulacion Bifacial (SolarGis)

PVsyst V7.1.5
VC2, Simulation date:
19/08/21 10:01
with v7.1.5

Project summary

Geographical Site		**Situation**		**Project settings**	
GUAYEPO III		Latitude	10.59 °N	Albedo	0.20
Colombia		Longitude	-74.80 °W		
		Altitude	23 m		
		Time zone	UTC-5		
Meteo data					
Unnamed Road					
SolarGISv2.2.1 - TMY					

System summary

Grid-Connected System		**Tracking system with backtracking**			
PV Field Orientation		**Near Shadings**		**User's needs**	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Linear shadings		Unlimited load (grid)	
Axis azimuth	0 °				
System information					
PV Array		**Inverters**			
Nb. of modules	500052 units	Nb. of units	64 units		
Pnom total	270.0 MWp	Pnom total	200.0 MWac		
		Pnom ratio	1.350		

Results summary

Produced Energy	561736 MWh/year	Specific production	2080 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	85.23 %

PVsyst V7.1.5
VC2, Simulation date:
19/08/21 10:01
with v7.1.5

General parameters

Grid-Connected System

Tracking system with backtracking

PV Field Orientation

Orientation		Backtracking strategy		Models used	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Nb. of trackers	5953 units	Transposition	Perez
Axis azimuth	0 °	**Sizes**		Diffuse	Imported
		Tracker Spacing	11.6 m	Circumsolar	separate
		Collector width	4.53 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	39.1 %		
		Phi min / max	-/+ 60.0 °		
		Backtracking limit angle			
		Phi limits	+/- 66.9 °		

Horizon	Near Shadings	User's needs
Free Horizon	Linear shadings	Unlimited load (grid)

Bifacial system

Model	2D Calculation unlimited trackers

Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	11.60 m	Ground albedo	0.20
Tracker width	4.57 m	Bifaciality factor	70 %
Backtracking limit angle	66.7 °	Rear shading factor	5.0 %
GCR	39.4 %	Rear mismatch loss	10.0 %
Axis height above ground	2.44 m	Module transparency	0.0 %

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Longi Solar	Manufacturer	Sungrow
Model	LR5-72HBD-540M	Model	SG3125HV-30
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	540 Wp	Unit Nom. Power	3125 kWac
Number of PV modules	500052 units	Number of inverters	64 units
Nominal (STC)	270.0 MWp	Total power	200000 kWac
Modules	17859 Strings x 28 In series	Operating voltage	875-1300 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>45°C)	3437 kWac
Pmpp	248.2 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.35
U mpp	1055 V		
I mpp	235228 A		

Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	270028 kWp	Total power	200000 kWac
Total	500052 modules	Nb. of inverters	64 units
Module area	1278157 m²	Pnom ratio	1.35
Cell area	1188844 m²		

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 0.074 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss
Loss Fraction 0.0 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.970	0.900	0.760	0.000

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo
Inverter voltage 600 Vac tri
Loss Fraction 0.1 % at STC
Inverter: SG3125HV-30
Wire section (64 Inv.) Alu 64 x 3 x 4000 mm²
Average wires length 11 m

MV line up to Injection
MV Voltage 33 kV
Average each inverter
Wires Alu 3 x 25 mm²
Length 208 m
Loss Fraction 0.1 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo
Grid Voltage 33 kV
Operating losses at STC
Nominal power at STC (PNomac) 265727 kVA
Iron loss (24/24 Connexion) 4.15 kW/Inv.
Loss Fraction 0.1 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.87 mΩ/inv.
Loss Fraction 1.0 % at STC

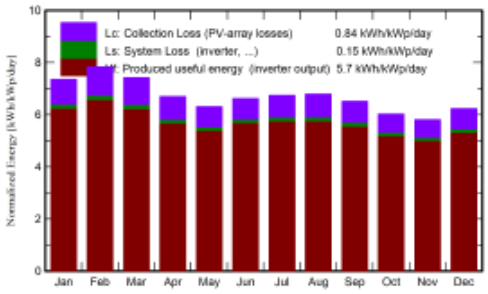
PVsyst V7.1.5
VC2, Simulation date:
19/08/21 10:01
with v7.1.5

Main results

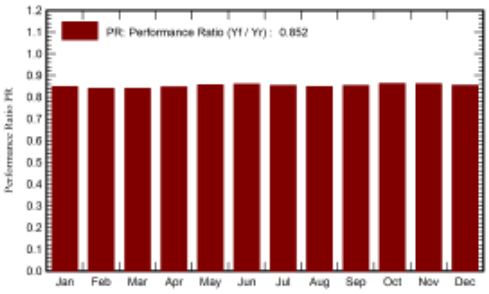
System Production

Produced Energy	561736 MWh/year	Specific production	2080 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	85.23 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR

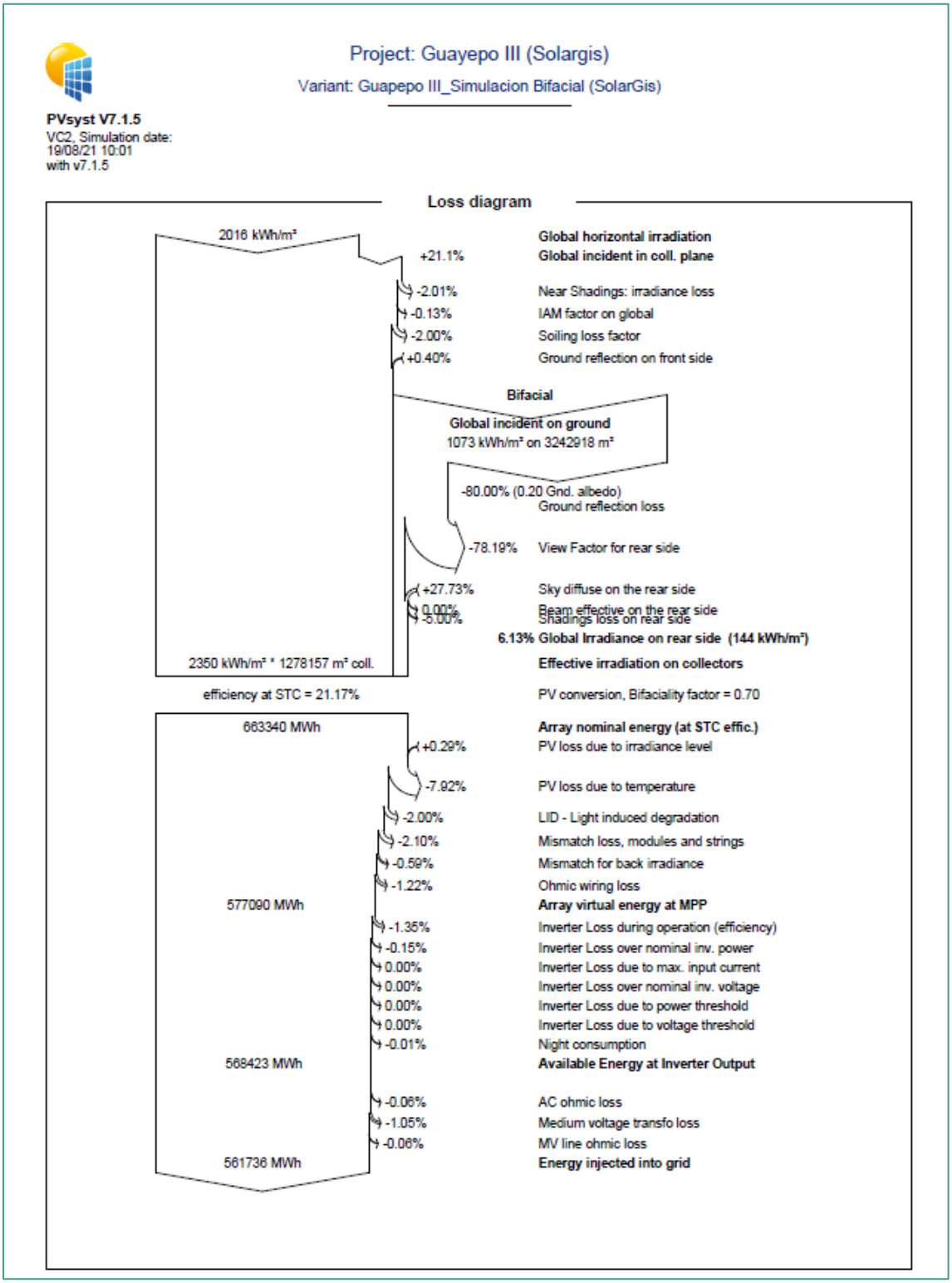


Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	177.0	58.59	28.26	228.0	220.1	53618	52277	0.849
February	171.7	59.40	28.93	219.5	211.9	51076	49780	0.840
March	186.7	84.33	28.71	229.8	221.3	53505	52156	0.840
April	170.9	84.07	28.27	200.8	193.2	47167	45964	0.848
May	167.6	86.94	28.53	195.4	187.8	46397	45242	0.857
June	168.5	80.80	27.63	198.4	190.9	47306	46124	0.861
July	177.8	82.77	28.92	209.1	201.3	49495	48256	0.855
August	178.8	80.41	28.58	210.4	202.6	49499	48236	0.849
September	165.0	76.92	27.76	195.3	188.0	46232	45050	0.854
October	154.8	76.26	27.20	186.8	179.6	44619	43501	0.863
November	142.4	67.77	27.93	174.3	167.6	41598	40560	0.862
December	155.1	62.70	28.56	193.0	186.0	45729	44590	0.855
Year	2016.5	900.96	28.27	2440.9	2350.3	576241	561736	0.852

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



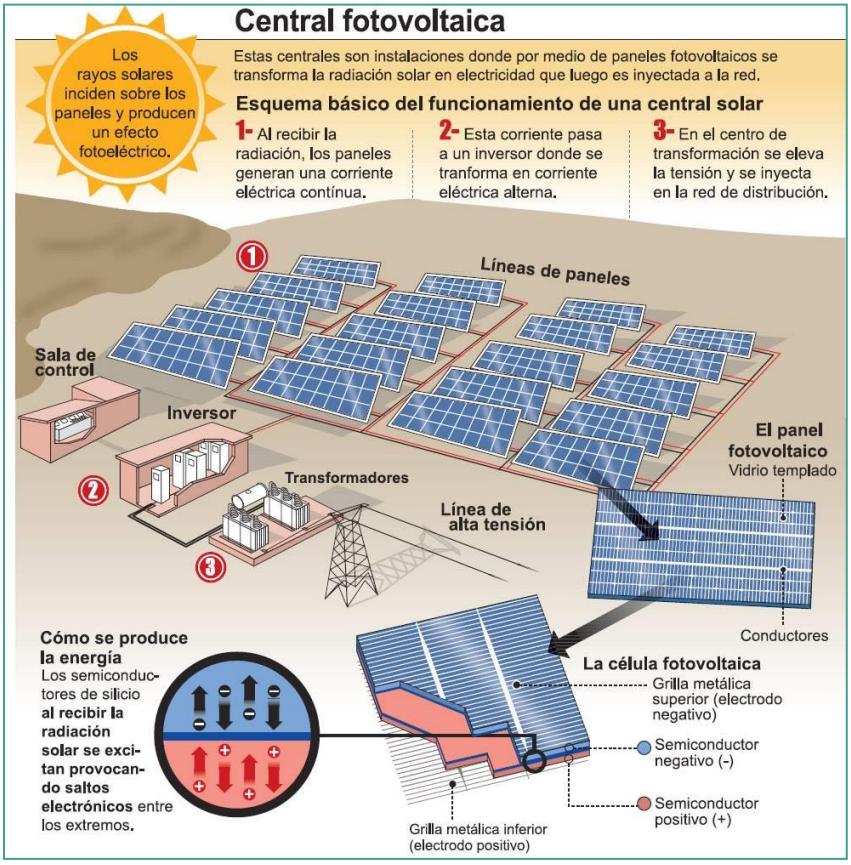
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.3.4 Diseño de la instalación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

A continuación, se definirán los componentes del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y los criterios para su selección. En el numeral 3.2.4 CARACTERISTICAS TECNICAS se encuentran las especificaciones técnicas de cada uno de los componentes del Parque Solar Fotovoltaico y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0058-LOGP el detalle de su implantación.

En la Figura 3.18 se muestra de manera esquemática la distribución típica de los diferentes componentes que hacen parte de un Parque Fotovoltaico.

Figura 3.18 Distribución Esquemática Parque Fotovoltaico



Fuente: Asociación Española de la Industria Eléctrica - UNESA-2018

Los componentes principales del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se describen a continuación:

3.2.3.4.1 Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico está formado por un conjunto de módulos o paneles fotovoltaicos del mismo modelo conectados eléctricamente entre sí y los cuales se encargan de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la radiación solar que incide sobre ellos.

Un módulo o panel fotovoltaico está compuesto por un conjunto de celdas fotovoltaicas dispuestas una al lado de la otra, conectadas en serie/paralelo, mediante circuitos eléctricos conectados a sus respectivos polos positivos y negativos.

Una celda fotovoltaica es el elemento base del proceso de transformación de la radiación solar en energía eléctrica. Corresponde a un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico: absorben fotones de luz y emiten electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. Al panel fotovoltaico se le proporciona rigidez mecánica mediante un marco de aluminio, protegiéndolo de la humedad y salinidad, así como otorgándole aislamiento eléctrico.

La primera característica de un panel o módulo fotovoltaico es su **potencia pico o potencia nominal**, que es la cantidad máxima de potencia que podríamos obtener del panel en condiciones casi perfectas de radiación y temperatura que normalmente no suelen llegar a darse. Por eso se denomina “pico”, ya que en la práctica es un nivel máximo. La potencia pico vendrá dada por la eficiencia de las células y por el número de ellas, es decir por el tamaño del módulo.

Otro parámetro importante de los paneles es el **coeficiente de pérdidas por temperatura**, que indican el grado de pérdida de rendimiento del panel según se va calentando. El calor es uno de los principales factores de pérdida en la generación fotovoltaica.

Además, se definen otros parámetros básicos:

- **Corriente de cortocircuito:** es la máxima corriente que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, correspondiendo a tensión nula y por lo tanto a potencia nula.
- **Tensión a circuito abierto**: máxima tensión que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, y en condiciones de corriente nula y por lo tanto potencia nula.
- **Corriente a máxima potencia:** corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como la corriente nominal del dispositivo.
- **Tensión a potencia máxima:** tensión que entrega el dispositivo cuando la potencia alcanza su valor máximo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como tensión nominal del dispositivo.
- **Tensión máxima del sistema:** es la máxima tensión a la que pueden estar sometidos las células fotovoltaicas que componen el sistema.

En la práctica, los módulos fotovoltaicos se asocian en serie, formando “strings” de paneles hasta alcanzar la tensión de generación deseada y en paralelo para conseguir las corrientes de operación de fácil manejo.

Los string se asocian en paralelo en “Cajas de agrupación de primer nivel” llamados también “string-box”. Los circuitos de salida de cada string-box se conectarán a la “caja de agrupación de segundo nivel” y desde aquí en corriente continua a la entrada del inversor fotovoltaico en el centro de transformación, se disponen en estas cajas las protecciones necesarias que se consideren óptimas de diseño y que justifiquen el empleo del marco legal actual.

3.2.3.4.2 Estructuras de soporte y seguidores

El panel fotovoltaico será instalado sobre estructuras metálicas, principalmente de acero galvanizado. Dichas estructuras consisten en seguidores solares.

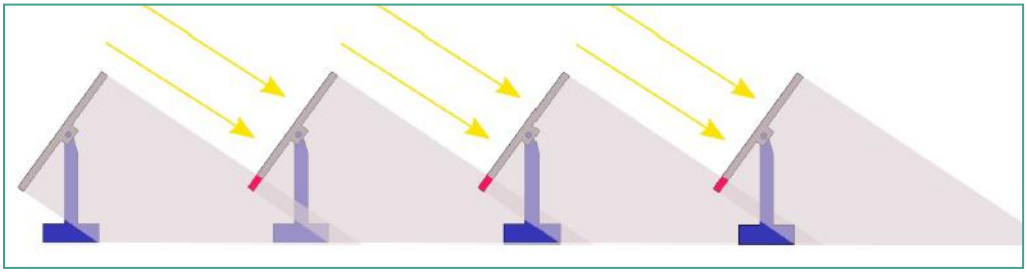
Mecánicamente los seguidores son idénticos, cada uno de ellos están formados por un eje central solidario a los módulos fotovoltaicos movido por una biela accionada por un motor reductor autoalimentado por una célula situada en el seguidor que generará la energía necesaria para el movimiento del motor, así como la necesaria para el arranque por la mañana.

Estas estructuras son articuladas y controlados por un posicionador georreferenciado que varía su posición respecto a la dirección de la radiación solar directa para aumentar el número de horas/año de irradiación sobre paneles.

Estas estructuras conjugan varios paneles solares que se mueven al unísono, en dirección este-oeste (E-W) para seguidores a un solo eje, y además en dirección norte-sur (N-S) para seguidores a dos ejes. Están provistos de un motor y un dispositivo mecánico que permite girar al unísono todos los ejes propios de cada panel a fin de modificar la orientación.

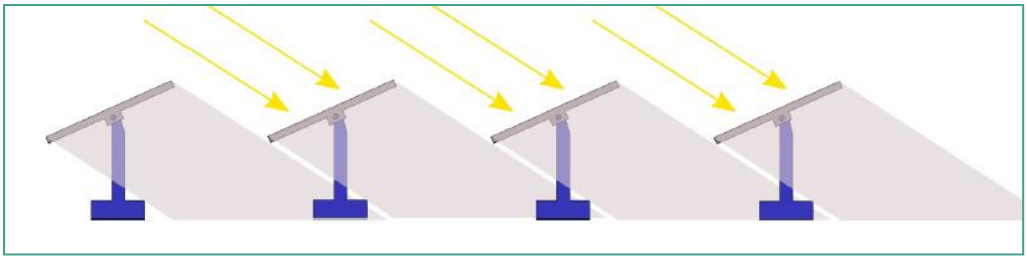
Con el sistema de back-tracking se evita la proyección de sombras de una fila del seguidor sobre otra, calculando el ángulo óptimo de giro en cada momento para evitar este fenómeno. Ver Figura 3.19 y Figura 3.20.

Figura 3.19 Seguidor Sin Backtracking.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.20 Seguidor Con Backtracking.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.3.4.3 Cajas de conexión o cajas de string

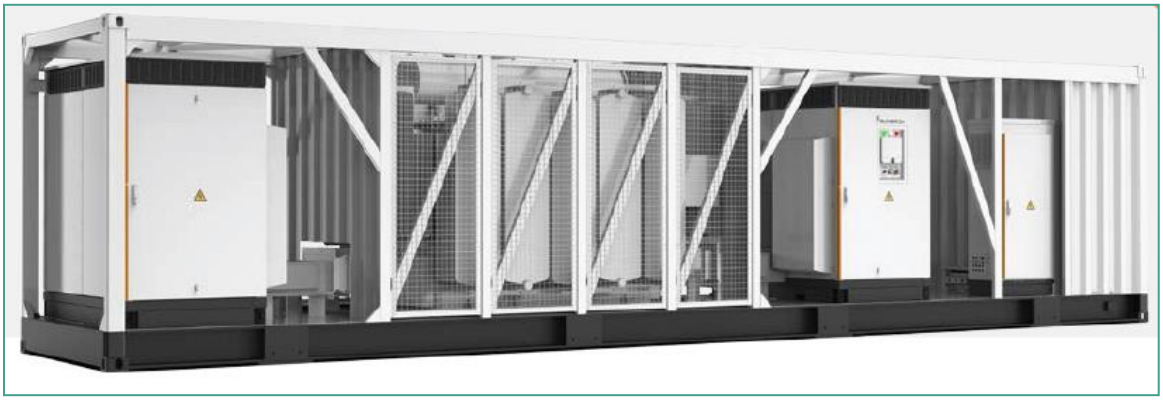
Las cajas de conexión permitirán realizar la concentración en paralelo de las series o strings del campo solar. Estas cajas agruparán un conjunto de series que estarán protegidas en el polo positivo por fusible de 16 A y 1.500 VDC, que serán agrupadas en las cajas de nivel 1.

3.2.3.4.4 Centro de transformación - CT

En todo sistema eléctrico (generación, transporte y distribución de energía eléctrica), los centros de transformación CT tienen una función importante, que consiste en distribuir la energía eléctrica a diferentes tensiones, a la vez que permiten la conexión a líneas y redes en cualquier punto que se estime conveniente.

La electricidad producida por el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III es de baja tensión y para inyectarla a la red, es necesario elevarla a alta tensión, por este motivo es necesario incorporar un transformador al sistema.

Figura 3.21 Centro De Transformación tipo SUNGROW



Fuente: Sungrow 2021

3.2.3.4.4.1 Inversor

Dado que no es posible inyectar directamente la energía del generador conformado por los módulos fotovoltaicos en la red eléctrica, es preciso que sea transformada en corriente alterna para acoplarse a la misma.

Para que esto sea posible es necesaria la utilización de una unidad de acondicionamiento de potencia denominada inversor. Esta tiene como función, transformar la potencia que le llega en corriente continua a una determinada tensión en corriente alterna monofásica.

Es el corazón del sistema de generación siendo además el equipo que marca la potencia instalada de la planta, es por lo tanto un valor muy importante su potencia nominal o potencia a plena carga. Los inversores se instalan de forma modular.

Los parámetros principales del inversor son:

- **Potencia Nominal:** Es la potencia máxima de funcionamiento del equipo y es este valor el que fija la potencia nominal de la instalación.
- **Potencia Máxima de Entrada:** El valor máximo de potencia de entrada para el correcto funcionamiento del inversor. Este dato se da en Wp debido a que

se relaciona directamente con la potencia máxima que puede proporcionar el campo de generación fotovoltaica.

- **Tensión de entrada al inversor:** Es el rango de tensiones a los que puede trabajar el inversor. Esta tensión suele ser elevada (en BT) estando sus valores comprendidos entre 500V y 1.500V.
- **Intensidad máxima:** Son valores de intensidades máximas a la entrada y a la salida del inversor. Estas intensidades son proporcionales a su potencia nominal.
- **Frecuencia de salida*:*** Frecuencia de la tensión alterna de salida, con márgenes muy pequeños de tolerancias. Hay equipos inversores dotados de sintonizadores PLL capaz de seguir la frecuencia de trabajo de la red dentro de rangos relativamente amplios, con variaciones de dicho rango en torno a 20Hz. La frecuencia que tendrán estos inversores es 60 Hz.
- **Distorsión Armónica:** Distorsión de la onda de salida del inversor en media ponderada de relaciones de orden de armónico respecto a la frecuencia nominal o de salida. Este parámetro se determinará por el THD%.

Los equipos inversores actuales en el mercado ofrecen características adicionales para la integración óptima a la red de generación como: protecciones de entrada en CC y de salida en CA, automatización de desconexión de la red por subtensiones, sobretensiones y defectos en frecuencia y fallos de producción, reenganche automático.

3.2.3.4.4.2 Transformador

El transformador elevador de potencia es el equipo estático encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos inversores a los niveles de tensión de la red a la que nos conectamos.

Constructivamente son dos bobinas en un núcleo común teniendo como relación de espiras la relación de transformación. El encapsulado puede realizarse en el interior

de cuba de aceite dieléctrico, encapsulado en siliconas u otras tecnologías de encapsulado en seco.

Sus características principales son:

- **Tensión primaria:** La tensión de conexión de los equipos inversores.
- **Tensión secundaria:** La tensión de conexión a la red.
- **Potencia nominal:** Es la potencia máxima normal de trabajo que puede transformar de un nivel de tensión a otro. Esta potencia será igual o ligeramente superior a la potencia nominal de los inversores.
- **Grupo de Conexión:** Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario y nos indica si se conecta neutro, así como la relación de desfase horario entre tensiones transformadas.
- **Pérdidas en vacío:** Es la potencia consumida por el transformador por el simple hecho de estar conectado a la red. Su valor es prácticamente constante en el rango de funcionamiento de potencias. Estas pérdidas son utilizadas por la máquina para magnetizar el núcleo y las pequeñas pérdidas de corrientes parásitas por el mismo.
- **Tensión de Cortocircuito:** Este valor está referido al porcentaje de la tensión de entrada que se debe aplicar al transformador para tener la corriente nominal en el secundario cortocircuitado. Por tal definición, es inmediato que este valor representa a la impedancia propia del transformador y es un parámetro que nos sirve para conocer el límite de la potencia trasmitida en un cortocircuito y para el cálculo de pérdidas en función del nivel de carga de la máquina.

3.2.3.4.4.3 Celdas de Media Tensión

Las celdas de media tensión albergaran los equipos tales como interruptores de potencia, seccionadores, transformadores, también los equipos de protección y control. Están formadas por una estructura metálica constituida por perfiles, paneles

y divisiones en láminas de acero, unidos entre sí de manera mecánica, está construida para soportar las tensiones electrodinámicas durante la operación. A dicha estructura se fija el dispositivo de seccionamiento y de puesta a tierra. La envolvente de resina de este equipo permite aislar la estructura y las partes activas. En la parte frontal se ubica el conjunto de dispositivos de mando y señalización. Puede inspeccionarse el interior del seccionador a través de una ventana transparente ubicada sobre el mecanismo de accionamiento. Además, en el frente se encuentra la puerta de acceso al compartimiento de cables, fusibles, medidas del interruptor, etc.

3.2.3.4.5 Instalación Eléctrica

- Circuito de baja tensión (BT)

El circuito de BT consiste principalmente del cableado de BT y de las cajas de nivel 1 encargadas de agrupar la salida de los strings llevándolos al inversor y de éste al transformador.

- Circuito de media tensión (MT)

Los circuitos de MT se conectarán con las unidades de conversión y la subestación de planta. Los circuitos de MT consisten en circuitos que interconectan los Centro de Transformación con las celdas de protección situadas en la subestación de planta.

- Cableado

Los cables utilizados cumplirán con el RETIE y la NTC 2050en cuanto a aislamiento y grado de protección. El cableado se divide en dos (2) tipos descritos a continuación.

    - Cableado de Corriente Continúa.
    - Cableado de Corriente Alterna.
- Cableado subterráneo

Las conexiones entre las cajas y la conexión entre los Centros de Transformación y la subestación elevadora (cableado AC) se realizarán por cables a través de canalizaciones subterráneas (zanjas). Las zanjas serán como mínimo de 0,60m de profundidad y 0,50m de ancho. Estas canalizaciones se realizarán con maquinaria y una vez terminada la colocación de los cables se cubrirán con el mismo material extraído.

3.2.3.4.6 Puesta a tierra

Corresponde a la red a la que son conectadas todas las masas de la instalación fotovoltaica para garantizar el valor normalizado de resistencia, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la empresa distribuidora. La red de tierras consiste en picas de cobre, con una configuración redonda y de alta resistencia. La conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra requiere bornes o elementos de conexión que, ante esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de ocurrir un cortocircuito, garanticen una unión perfecta.

Todos los apoyos de material conductor deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

El diseño del sistema de puesta a tierra debe cumplir los siguientes criterios básicos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia desde un punto de vista térmico.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad del sistema.
- Cumplir con las exigencias previstas en la reglamentación vigente, código RETIE

3.2.3.4.7 Cimentaciones

Se necesitan cimientos, principalmente, para los seguidores e inversores y para su diseño se ha tenido en cuenta:

- Informe geotécnico
- Características sísmicas del sitio
- Características de viento del sitio
- Pesos y características de la estructura a cimentar

Las cimentaciones se diseñarán y realizarán para garantizar su estabilidad y su funcionamiento en condiciones seguras. La idea fundamental es transmitir al suelo las cargas de las estructuras con suficiente coeficiente de seguridad que permita su correcto funcionamiento.

3.2.3.4.8 Protecciones

El término protecciones hace referencia a una serie de elementos denominados interruptores, cuya función es proteger al sistema de daños ocasionados por los efectos térmicos y electrodinámicos de cortocircuitos, sobrecargas y seccionamiento eléctrico; garantizando así la seguridad en condiciones extremas de funcionamiento, alargando la vida de los aparatos y elementos de la instalación y la continuidad en la prestación del servicio. El sistema de protecciones cumplirá con las exigencias previstas en la reglamentación vigente, código RETIE, Acuerdos CNO y resoluciones CREG aplicables (tales como Código de Red, Código de Medida)

3.2.3.5 Diseño de la Línea de Evacuación 500 kV.

En el diseño se han ubicado las torres, teniendo en cuenta la infraestructura social y productiva existente, como son: las vías, caminos, predios, quebradas, canales, taludes pronunciados, sitios inestables y los cruces con líneas eléctricas.

La línea de evacuación proyectada comprende una longitud de 5,92 Km en circuito simple desde en el pórtico de la Subestación Elevadora El Uvero, ubicada dentro de los predios del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW, hasta el sector de la Retirada donde se conectará al apoyo No.4 de la línea de evacuación del proyecto licenciado[4] "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***", a partir de allí y por una longitud de 8,85 Km los dos proyectos compartirán las torres de transmisión del proyecto Guayepo 400MW en una configuración de doble circuito hasta la Subestación electrica de Sabanalarga.

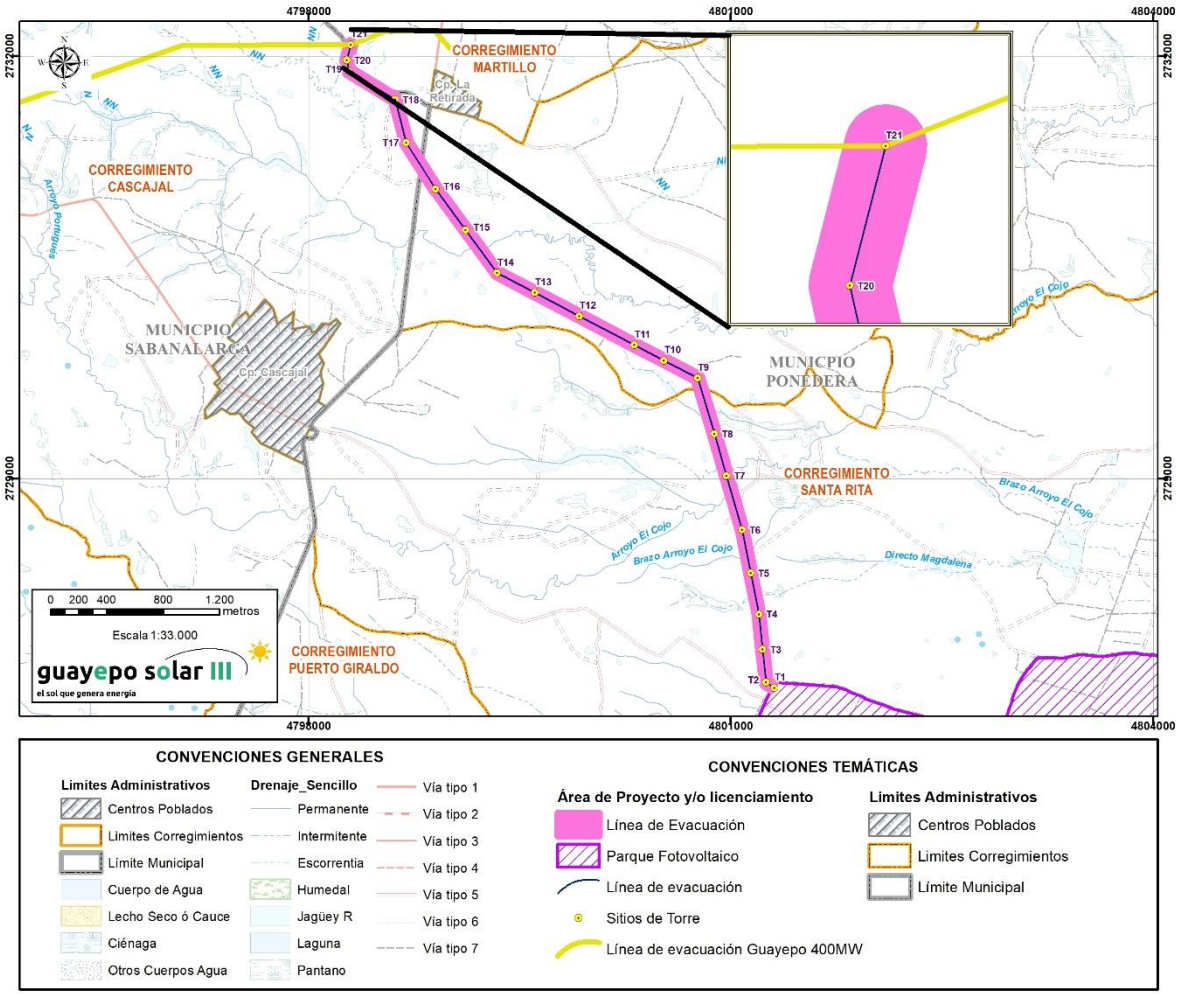
El nivel de tensión de 500 kV de la línea de evacuación permitirá evacuar la energía en Alta Tensión (AT) lo cual disminuye las pérdidas de energía de evacuación y disminuye la sección del conductor, lo que a su vez minimiza las estructuras eléctricas de evacuación.

Según el Reglamento Técnico de instalaciones Electricas RETIE en su Articulo 22, numeral 22.2 Zonas de servidumbre, para la línea propuesta de 500KV con un circuito el ancho mínimo de la servidumbre es 60 metros.

Para el tramo en circuito sencillo se ha definido un total de diecinueve (19) torres más (1) un pórtico y el punto de conexión a la línea licenciada (21 Apoyos ID GDB), cuyas características han sido seleccionadas considerando la distancia mínima de seguridad al suelo, los esfuerzos producidos sobre cada uno de los apoyos, alturas del punto de amarre y límites de utilización para los cuales han sido diseñadas. Las distancias entre apoyos oscilan entre los 200 y 450 metros. En la Figura 3.22 se ilustra el trazado de la línea de evacuación y las coordenadas de ubicación de las torres se presentan en la Tabla 3-32.

[4] *Resolución 00981 de 8 de junio de 2021*

Figura 3.22 Trazado línea de evacuación 500 kV



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

En el numeral 3.2.4.4 Infraestructura de la Línea de evacuación de energía 500kV

y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0001-LOCG se describen las características técnicas de la línea de evacuación, se muestra la implantación de la línea y su relación con la infraestructura existente. Se realizó un análisis técnico de superposición para determinar los cruces con las líneas de evacuación existentes, en el numeral 3.2.4.8.8 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto, se listan y describen los cruces de la línea de evacuación.

Tabla 3-32 Coordenadas Apoyos Línea De Evacuación

LAT SE EL UVERO – APOYO No. 4 LAT GUAYEPO 400MW				
ID GDB	ID ING	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL - CTM12		
		ESTE	NORTE	ALTURA msnm
T1	Pórtico SE_El Uvero	4801310,228	2727513,561	29,727
T2	T01	4801251,213	2727550,156	30,000
T3	T02	4801225,899	2727785,289	30,231
T4	T03	4801198,993	2728035,207	30,664
T5	T04	4801141,411	2728326,831	31,000
T6	T05	4801080,475	2728635,445	31,569
T7	T06	4800969,368	2729019,540	30,555
T8	T07	4800883,578	2729316,184	32,000
T9	T08	4800764,026	2729712,572	33,482
T10	T09	4800525,591	2729837,707	34,490
T11	T10	4800315,822	2729947,807	36,000
T12	T11	4799923,723	2730153,612	38,383
T13	T12	4799608,638	2730319,017	39,857
T14	T13	4799340,369	2730459,820	43,392
T15	T14	4799117,236	2730764,772	39,398
T16	T15	4798905,196	2731054,580	43,699
T17	T16	4798695,765	2731385,759	46,404
T18	T17	4798616,303	2731691,604	51,916
T19	T18	4798290,680	2731889,300	49,431
T20	T19	4798272,441	2731970,875	48,000
T21	T20 - Punto de Conexión T04_G400	4798300,428	2732080,616	52,525

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

3.2.3.5.1 Estructuras de soporte

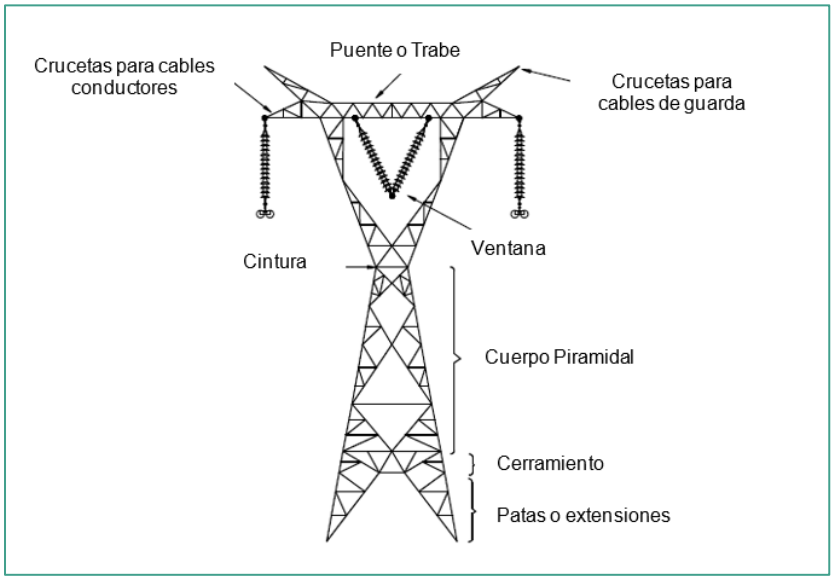
- Torres auto soportadas

Comúnmente se conocen como “torres auto soportadas” (*Self-supporting lattice steel tower*) a las estructuras formadas por celosía de acero, que por su geometría y diseño son capaces de soportar su propio peso y las fuerzas ejercidas por los cables conductores y de guarda.

Debido a su aplicación en cualquier tipo de terreno, las torres auto soportadas son los tipos de estructuras más tradicionalmente usadas para líneas de transmisión aéreas. Se pueden diseñar para diversas configuraciones de varios circuitos con diferentes

disposiciones de fases en el espacio; resultan ser el diseño más económico aún en casos de requerimientos de torres de gran altura.

Figura 3.23 Partes Que Conforman Torres Auto soportadas.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

3.2.3.5.2 Cable Conductor

El conductor es el elemento encargado de transportar la energía eléctrica a los distintos puntos de un sistema. En líneas de alta tensión se usan generalmente conductores metálicos desnudos que tienen características físicas y eléctricas adecuadas a los requerimientos del proyecto que a su vez son inalterables con el tiempo y poseen una resistencia alta a la corrosión atmosférica. El material más usado en la construcción de líneas de alta tensión en nuestros días es el aluminio o sus aleaciones con el acero debido a que tiene un precio ligeramente menor a cobre, además de las ventajas referente al peso, transporte y robos.

Uno de los factores más importantes en el diseño de una línea de evacuación es la elección del conductor y, por lo tanto, del vano aéreo (distancia horizontal entre las torres), característica que está muy ligada a las propiedades de una catenaria, es decir a la forma geométrica que adquiere una cadena o cuerda de densidad uniforme, perfectamente flexible, sujeta o suspendida en sus dos extremos

generalmente en puntos de distinta cota y que se encuentra sometida principalmente a las fuerzas de la gravedad. La diferencia de altura entre el punto más elevado y el punto más bajo de esta catenaria se denomina **flecha** y es un valor muy importante para la elección del conductor y por lo tanto para los trabajos de montaje.

El diseño de un vano consiste en calcular el valor de la flecha que debe dejarse al tender los conductores, de tal forma que los vientos fuertes no sometan a los conductores a esfuerzos superiores a su límite de fluencia, lo cual puede ocasionar un alargamiento considerable e irreversible (deformación), o producir la rotura por fatiga.

3.2.3.5.3 Cable de Guarda

Otro elemento importante en la construcción de líneas de transmisión es el cable de guarda, cuya finalidad es proteger la línea contra descargas atmosféricas. El material usado para la fabricación de este cable está generalmente compuesto de acero de alta resistencia y con mucha frecuencia encontramos fibra óptica en su interior. El uso de la fibra óptica es necesario cuando se desea transmitir información a las diferentes subestaciones que forman parte del sistema eléctrico.

El cable de guarda se encuentra ubicado en la parte superior de la estructura o torre, es un conductor tendido sobre los conductores de fase de una línea de evacuación, con la finalidad de cubrir o apantallar los conductores de fase. La configuración del circuito determina la cantidad de cables de guarda, en circuitos dobles, se requiere dos cables de guarda para proporcionar una protección eficaz a los conductores de fase, mientras que en circuitos simples se requiere un solo cable de guarda.

El cable de guarda tiene las siguientes funciones:

- Protege los conductores de fase de las descargas atmosféricas.

- Al caer una descarga eléctrica sobre la torre, los cables de guarda extendidos a ambos lados de la torre (vanos) actúan como caminos paralelos para la descarga.
- Al crearse un acoplamiento eléctrico y magnético entre el cable de guarda y los conductores de fase, se genera un factor que ayudará a reducir las fallas de aislamiento.
- Reducir la acción devastadora del rayo descargado directamente en la línea aérea. Por eso mismo, la importancia de la disposición del conductor de guarda con respecto a los conductores de fase.
- Reducir el efecto de la corriente de cortocircuito y participando por lo tanto en la disminución de la resistencia de tierra, y disminuyen las tensiones de paso que puedan poner en peligro a las personas o animales.

La protección del cable de guarda se determina por "zonas o ángulos de protección". Dichas zonas son fundamentales en la configuración de líneas eléctricas aéreas y Estaciones de Transformación, dado que la misma influye considerablemente sobre su diseño.

3.2.3.5.4 Distancias mínimas de seguridad

- Franja de servidumbre

La línea eléctrica de evacuación, tal y como indica el Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE, cuenta con un corredor ambiental de 60 metros, 30 metros a cada lado del eje.

- Distancias mínimas de seguridad

Según lo establecido en el RETIE, la distancia mínima de seguridad para diferentes situaciones es la siguiente:

- Distancia mínima al suelo (vías de primer orden) 11,5 m.
- Distancia mínima al suelo (zona montañosa) - 11,1 m.
- Distancia mínima a líneas de menor tensión - 4,8 m.

- Distancia mínima respecto al máximo nivel de agua - 12,9 m.
- Distancias mínimas horizontales: Según lo establecido por el RETIE, en cuanto a la distancia horizontal, las torres serán ubicadas de tal forma que los conductores energizados conserven una distancia de 11,1 m con respecto a viviendas, rótulos y/o edificios. Las distancias mínimas horizontales desde las torres con respecto a caminos y otros son las que a continuación se señalan:
  - Canales de regadío: 8 m
  - Caminos de segunda importancia: 15 m
  - Caminos importantes: 30 m

  La distancia horizontal será medida desde el centro de la Torre al punto más próximo del obstáculo señalado.

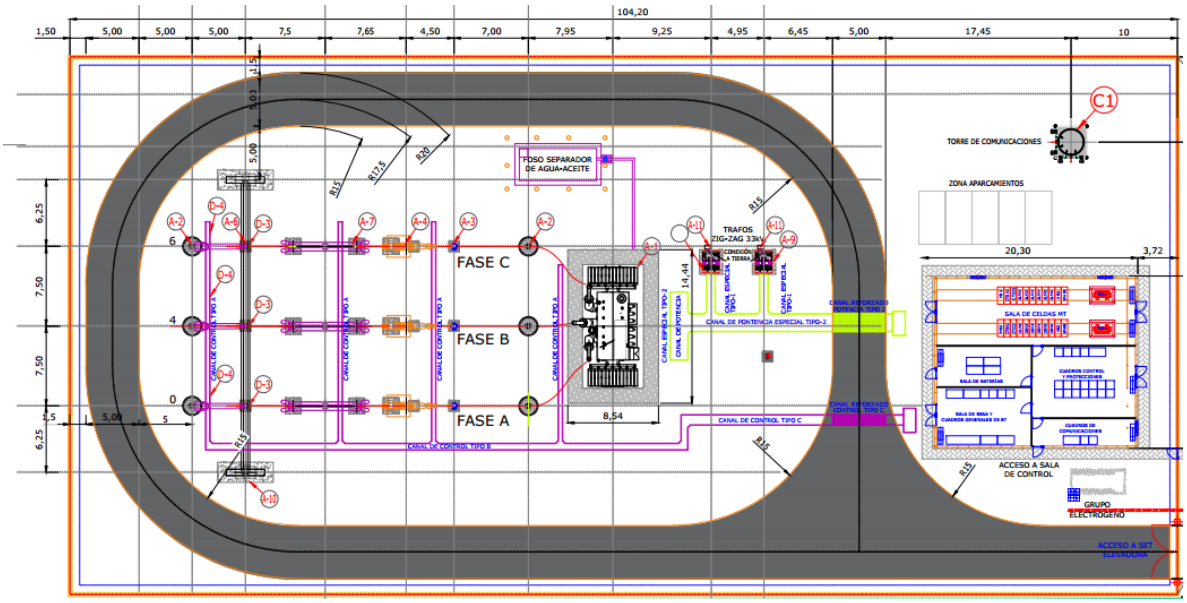
- Aproximación con árboles

La distancia entre partes bajo tensión y árboles situados debajo y lateralmente a la línea, en los cuales existe la posibilidad de escalamiento por trabajos de explotación (por ejemplo, frutales), debe ser como mínimo, de 3,7 metros con conductores inclinados con viento. La distancia entre las partes bajo tensión de la línea y árboles situados por debajo y lateralmente a la línea, en los cuales no exista la posibilidad de acceso por trabajos de explotación, debe alcanzar como mínimo, los siguientes valores: 2,7 metros para árboles debajo y conductores no inclinados, 1,2 metros para árboles al costado y conductores inclinados.

- Distancias de seguridad de los equipos de patio

La Figura 3.24 Distancias de seguridad de los equipos del patio muestra las distancias de seguridad a respetar de los equipos del patio.

Figura 3.24 Distancias de seguridad de los equipos del patio



LISTA DE EQUIPOS		
ÍTEM	Ud	DESCRIPCIÓN
A-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 200 MVA ONAN
A-2	6	PARARRAYOS
A-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
A-4	3	INTERRUPTOR UNIPOLAR
A-5	0	SECCIONADOR SIN P.a T.
A-6	3	TRANSFORMADOR DE TENSION
A-7	3	SECCIONADOR CON P.a T.
A-8	0	AISLADOR DE PEDESTAL
A-9	2	TRAFO DE ZIG-ZAG
A-10	3	PUNTAS FRANKLIN
A-11	2	RESISTENCIA PUESTA A TIERRA DEL TRAFO ZIG-ZAG

EDIFICACIONES SET		
ÍTEM	Ud	DESCRIPCIÓN
B1	0	EDIFICIO DE ALMACENES Y TALLER
B2	0	EDIFICIO DE O&M
B3	1	EDIFICIO DE CONTROL Y CELDAS

LISTA DE EQUIPOS		
ÍTEM	Ud	DESCRIPCIÓN
C1	1	TORRE DE COMUNICACIONES
D1	0	CONDUCTORES - BARRAS
D2	0	CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE
D3	3	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN
D4	3	CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE DOBLE
D5	0	CONECTORES

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

3.2.3.5.5 Campos electromagnéticos

Para el diseño de la línea de evacuación se han tenido en cuenta los valores máximos de intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en baja frecuencia establecidos en las recomendaciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Electricas - RETIE en su artículo 14. Campos electromagnéticos; los cuales a su vez están basados en criterios de la OMS y la institución internacional para la protección de la población y el medio ambiente, frente a las radiaciones no-ionizantes, ICNIRP (revisión 2009).

Los valores límite de exposición a campos electromagnéticos establecidos por el RETIE se muestran en la Tabla 3-33.

Tabla 3-33 Valores Límites de exposición a campos electromagnéticos

TIPOS DE EXPOSICIÓN	INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO (kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO (µt)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas.	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. 2013

En el Capítulo 8, numeral 8.3.1.3.4 Cambio en los niveles eléctricos y magnéticos se evalúa el impacto asociado a los campos electromagnéticos que podrían presentarse en la generación y transmisión de energía eléctrica del proyecto.

3.2.4 CARACTERISTICAS TECNICAS

En este numeral se presentan las características técnicas del proyecto para cada una de las fases mencionadas, incluyendo la información de cada una de las obras de infraestructura que hacen parte del proyecto, estableciendo los criterios de diseño para el dimensionamiento de este.

Es de tener en cuenta que los elementos del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación podrán ser modificados en función de los requerimientos técnicos o ambientales siempre buscando la optimización de los recursos y propendiendo por resguardar la calidad del medio ambiente y la calidad

de vida de las comunidades. Estos cambios pueden obedecer a cambios en las condiciones del terreno, innovaciones tecnológicas y de materiales, modificaciones en la legislación o agentes externos no previsibles. Las modificaciones se realizarán teniendo en cuenta el procedimiento establecido en el Decreto 1076 de 2015.

3.2.4.1 Adecuación y construcción de Vías de acceso

La descripción y clasificación de las vías que permitirán el acceso al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y al corredor que ocupará la línea de evacuación de 500 KV entre el parque y su conexión al proyecto licenciado Guayepo 400MW se realizó, de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 del INVÍAS como se muestra en la Tabla 3-34.

Tabla 3-34 Clasificación Invias De Las Carreteras Según Su Funcionalidad.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
PRIMARIA	Son aquellas troncales, transversales y accesos a las capitales y departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Las vías consideradas como primarias deben funcionar pavimentadas y pueden tener una o dos calzadas.
SECUNDARIA	Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria. Las vías consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
TERCIARIA	Son aquellas vías de acceso que unen los centros poblados con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado.

Fuente: Tomado y modificado de la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. Subsector Vial – INVIAS – Abril de 2011.

Así mismo, se adoptó la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para carreteras según la cartográfica básica de Colombia y el inventario de las características de los suelos, las categorías se subdividen en 7 tipos de estructuras viales, los cuales se describen en la Tabla 3-35.

Tabla 3-35 Clasificación De Las Carreteras Según el IGAC.

TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Carretera pavimentada con un ancho de calzada entre 5 – 8 metros. (Pavimentada de dos o más carriles).
2	Carretera sin pavimentar con un ancho de calzada entre 5 – 8 metros. (sin pavimentar de dos o más carriles).
3	Carretera pavimentada con un ancho de calzada entre 2 – 5 metros. (Carretera pavimentada angosta)
4	Carretera sin pavimentar con un ancho de calzada entre 2 – 5 metros (Carretera sin pavimentar angosta)
5	Carretera sin pavimentar, transitable en tiempo seco
6	Camino tipo huella
7	Sendero

Fuente: Tomado y modificado del Curso Cartografía Básica y Digital – Percepción Remota y Aplicaciones Geográficas,2018.

De acuerdo con la Ley 1228 de 2008 corresponden para las vías que conforman el sistema nacional de carreteras las siguientes zonas de reserva, tomando la mitad a cada lado del eje de la vía:

1. Carreteras de primer orden sesenta (60) metros.
2. Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros.
3. Carreteras de tercer orden treinta (30) metros.

No obstante, el Artículo 55 de la Ley 1682 de 2013 que modifica el parágrafo 2º del artículo 1º de la Ley 1228 de 2008, es posible construir dentro de la franja de retiro cuando no exista expansión de infraestructura de transporte prevista en el correspondiente plan de desarrollo.

Dado lo anterior para las vías terciarias aledañas al Parque Solar se consultó a la Secretaría de Planeación del Municipio de Ponedera si en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio tenía previsto la expansión de su infraestructura, respondiendo mediante oficio que no existía plan de expansión dentro de su Esquema de ordenamiento territorial E.O.T como consta en el Anexo 2.5.3.

En el Capítulo 6 Zonificación ambiental numeral 6.7 Áreas de restricción especial o legal se describen las restricciones para la implantación del proyecto que están asociadas a la infraestructura existente.

En el estudio de los corredores viales se ha verificado el estado de las carreteras y caminos de acceso que conducen a los predios donde se implantará el Parque Solar y donde se construirán las estructuras de las torres de evacuación eléctrica, con el fin de determinar los trabajos necesarios para acondicionar estas vías para el transporte de materiales y personal a los frentes de trabajo.

Se ha dado preferencia a caminos y accesos existentes que cumplan con las normas necesarias para su utilización evitando en todo momento daños innecesarios en propiedad pública o privada con el motivo de la construcción del proyecto.

En la selección y adecuación de vías de acceso se buscará la preservación de las condiciones ambientales existentes, y la conservación del suelo evitando su erosión.

Para el caso de la línea de evacuación durante las diferentes fases, especialmente construcción y operación, se utilizará la infraestructura vial existente hasta el sitio de cruce de línea eléctrica y desde este punto se transitará sobre el derecho de vía conformado para la instalación de torres y conductores.

La adecuación de las vías de acceso corresponde a una actividad preliminar que se debe implementar, de tal forma que sea posible el acceso de maquinaria, equipo, herramienta, materiales, entre otros necesarios durante las labores de construcción e instalación de las estructuras en las áreas definidas.

Previo al inicio de las actividades de construcción, en ingeniería de detalle, se realizará la inspección técnica detallada de cada vía, incluyendo un análisis de las estructuras de cruce de las corrientes con el fin de establecer la capacidad de carga de estas. Para este análisis se usará como primer insumo las fichas descriptivas del numeral 3.2.1.1.5 Vías existentes en el Área del Proyecto.

La revisión detallada de cada vía define el tipo de adecuación necesaria en cada tramo del corredor. Con la definición de sectores, del tipo de adecuación y con la

comisión de topografía se ejecutan directamente los trabajos en campo mediante el uso de la maquinaria adecuada para tal fin.

Las actividades normales de adecuación comprenden:

- Nivelación con material seleccionado en sectores deprimidos o afectados por la acumulación de aguas de escorrentía. La construcción de las obras de adecuación se realiza en este caso por localización directa.
- Mejoramiento de cunetas y descoles para permitir una mejor evacuación de las aguas captadas.

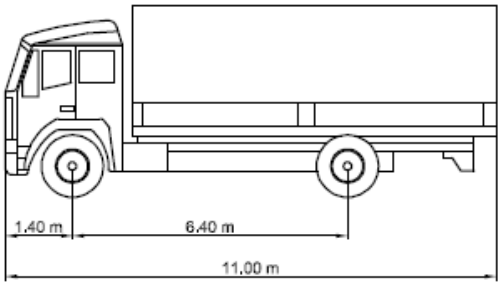
3.2.4.1.1 Tipos de vehículos

Para efectos de la selección y adecuación de las vías de acceso se adopta como vehículo de diseño aquel cuyos requerimientos geométricos y de carga sean mayores. Se utilizará en este documento la clasificación estipulada por el Ministerio de Transporte en la Resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004.

Dentro de la construcción y operación del Proyecto Parque solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación se utilizarán los siguientes vehículos:

- Vehículos livianos: Camioneta tipo Pick up para transporte de personal de control y mantenimiento.
- Vehículos Pesados:
    - Camión de dos ejes. Se incluyen en este grupo Volquetas y camiones de transporte de materiales. Ver Figura 3.25.

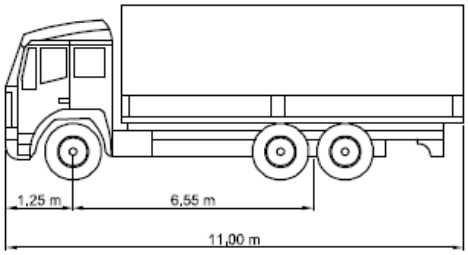
Figura 3.25 Camión de dos ejes



Fuente: Manual de diseño Geométrico de vías

- Camiones de tres ejes. Transporte de equipos y materiales. Incluye volquetas, grúas y mezcladora. Ver Figura 3.26.

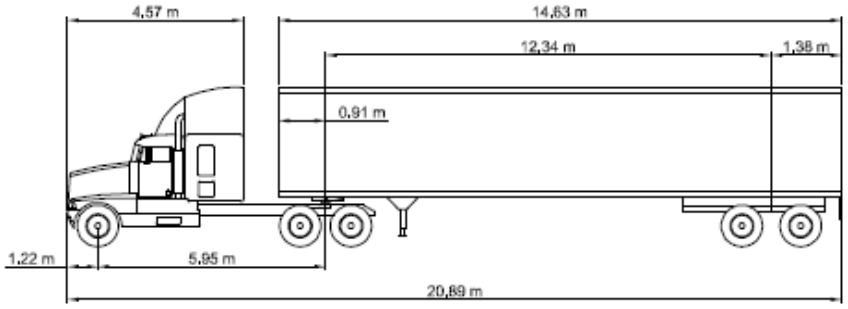
Figura 3.26 Camión de tres ejes



Fuente: Manual de diseño Geométrico de vías

- Camiones Categoría 3S2. Tractocamión de tres ejes con semirremolque para transporte de maquinaria. Ver Figura 3.27.

Figura 3.27 Camión Categoría 3S2



Fuente: Manual de diseño Geométrico de vías

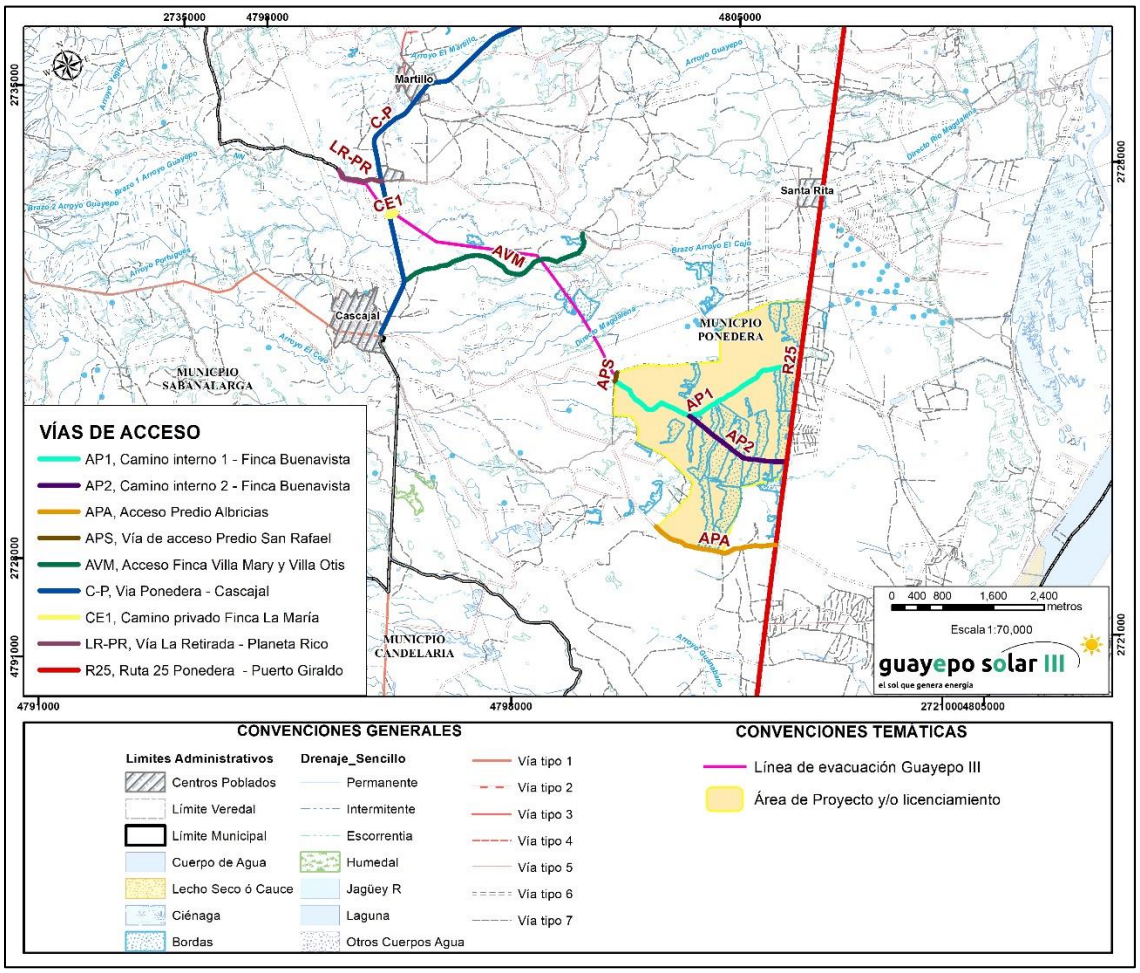
3.2.4.1.2 Vías existentes propuestas como acceso al Proyecto

De los 12 tramos viales descritos en el numeral 3.3.1 Infraestructura Existente como posibles accesos al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y su línea de evacuación, tan solo se prevé utilizar los 9 tramos que se describen a continuación:

- Ruta 25 - Troncal de Occidente, Tramo Ponedera – Puerto Giraldo.
- Vía Sabanalarga - Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal.
- Vía La Retirada – Planeta Rico
- Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.
- Camino Interno No.1 Finca Buenavista.
- Camino Interno No.2 Finca Buenavista.
- Vía de acceso al predio San Rafael.
- Vía de acceso a predios Albricias I y II.
- Camino privado Finca La María.

Las vías de acceso al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y su línea de evacuación se muestran en la Figura 3.28 y el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0045-VALP Plancha 1.

Figura 3.28 Vías propuestas como accesos al proyecto



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

A continuación, se describe cada una de las vías y la adecuación que requiere. En la Tabla 3-52 se consolidan las adecuaciones y volúmenes de materiales para cada una de las vías.

3.2.4.1.2.1 Ruta 25 - Troncal de Occidente, Tramo Ponedera – Puerto Giraldo.

Las instalaciones del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III de 200MW se encontrará al costado occidental de la Vía Nacional Troncal de Occidente - Ruta 25 - Tramo 2516 Calamar - Barranquilla, entre el casco urbano de Ponedera y el corregimiento de Puerto Giraldo. Esta vía primaria administrada por la Agencia Nacional de Infraestructura atraviesa el país de Sur a Norte, iniciando en el Puente internacional de Rumichaca en la frontera con Ecuador hasta la ciudad de Barranquilla. El tramo vial concesionado a la sociedad concesionaria vial Montes de María cuenta con una calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, carriles de 3,5 metro de ancho y bermas de 2,0 metros, se encuentra asfaltada y en buenas condiciones.

El uso de esta vía será permanente ya que los accesos principales del parque Solar Guayepo III se encontrarán sobre la Troncal de Occidente, a 8,0 y 9,5 kilómetros del cruce de la Ruta 25 con la vía Sabanalarga -Ponedera y deberán realizarse a través de vías de servicio o de carriles de aceleración y desaceleración de acuerdo con el decreto 2976 de 2010 del ministerio de transporte en su Artículo 9 Desarrollo de obras colindantes en vías no urbanas o variantes.

En el numeral 3.2.4.1.4 Accesos y Corredores nuevos. se presentan los análisis y diseños de los carriles de cambio de velocidad para los accesos del proyecto.

Otro aspecto relevante de esta vía es la presencia de la red de media tensión paralela a la vía, condición que se manejará, verificando la altura máxima y así evitar el contacto de las cuerdas eléctricas con la maquinaria y cargas que van a transportarse. Se dará el manejo respectivo con base en la ficha de manejo GIII-PMA-AB-08 descrita en el Capítulo 10 Planes y programas.

En la Tabla 3-6 se presentó la descripción detallada de la vía.

3.2.4.1.2.2Vía Sabanalarga - Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal.

El tramo Ponedera – Cascajal hace parte de la vía que comunica los municipios de Sabanalarga y Ponedera. La carretera de carácter secundario cuenta con una calzada de dos carriles de 2,9m sin bermas, uno para cada sentido de circulación, se encuentra asfaltada y en general presenta buenas condiciones de la carpeta asfáltica y no requiere adecuaciones. Posee obras de drenaje que permiten el cruce de algunos arroyos y escorrentías en época de lluvias. Esta vía de acuerdo con la clasificación del INVIAS está diseñada para conectar las cabeceras municipales entre sí, o conectar los municipios con vías primarias, permite la movilización de vehículos de transporte público y carga pesada.

El uso de esta vía será temporal durante la construcción del proyecto y luego periódicamente para las campañas de mantenimiento de la línea de evacuación.

Sobre este corredor se encuentran los accesos a las vías: La Retirada – Santa Rita, La Retirada – Planeta Rico, Acceso a Finca Villa Mary y Acceso a Finca La Bendición de Dios en los kilómetros K9+643, K11+245 y K12+200 respectivamente, las cuales permitirán acceder a la servidumbre de la línea durante la fase constructiva y operativa.

Otro aspecto relevante de esta vía es la presencia de la red de media tensión paralela a la vía, condición que se manejará, verificando la altura máxima y así evitar el contacto de las cuerdas eléctricas con la maquinaria y cargas que van a transportarse. Se dará el manejo respectivo con base en la ficha de manejo GIII-PMA-AB-08 descrita en el Capítulo 10 Planes y programas.

En la Tabla 3-7 se presentó la descripción detallada de la vía.

3.2.4.1.2.3Vía La Retirada – Planeta Rico

En el K9+643 de la vía Ponedera – Cascajal sobre el costado occidental de la vía se encuentra la vía de acceso a los predios La Peggy y El Recuerdo donde se ubicarán las ultimas 4 torres de la línea de evacuación.

La vía terciaria en afirmado tiene un ancho promedio de 3,5m y cruza la línea entre la torre 19 (ID ING Tabla 3-32) y su conexión con la línea de evacuación del proyecto Guayepo 400MW, a aproximadamente 750m del centro poblado de la Retirada.

El uso de esta vía será temporal durante la construcción del proyecto y luego periódicamente para las campañas de mantenimiento de la línea de evacuación.

La vía de uso frecuente de los habitantes del sector presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

Para este corredor no se prevé modificaciones de la geometría, ni construcción de nuevas obras, se desarrollarán actividades de mantenimiento y adecuación como son: adición de material de afirmado en baches, vibro compactador y rociado de agua con carrotanque, corte y desbroce de la vegetación herbácea para permitir la circulación de las cargas extradimensionadas y medidas preventivas para la movilización de equipos en cercanías a la línea de baja tensión que va paralela a la vía secundaria. Se estima la adecuación del 20% de la longitud de la vía, el cual puede variar dependiendo del estado de la vía al iniciar las obras. En el numeral 3.2.4.1.7 se presenta los volúmenes estimados de materiales para la adecuación de las vías.

Cabe resaltar que los vehículos que se utilizarán para la construcción de la Línea de evacuación corresponden a camabajas o tractomulas, carrotanques para el agua, volquetas, camiones y camionetas 4X4. Una vez se finalice la fase

constructiva, y durante la fase operativa (30 años) las movilizaciones en el área serán mayormente en camionetas 4x4, se usarán camabajas y carrotanques eventualmente para actividades de mantenimiento.

A partir del punto donde se cruzan la vía de acceso y la línea de evacuación se realizará el transporte y movilización de recursos usando la servidumbre del proyecto.

En la Tabla 3-9 se describe con detalle la vía La Retirada – Planeta Rico.

3.2.4.1.2.4 Vía de acceso a las Fincas Villa Mary y Villa Otti.

En el K11+245 de la vía Ponedera – Cascajal sobre el costado oriental de la vía se encuentra la vía de acceso a las Finca Villa Mary y Villa Otti, el acceso va paralelo a la línea de evacuación y la cruza entre las torres 7 y 8 (ID ING Tabla 3-32).

La vía terciaria en afirmado tiene un ancho promedio de 4,0m y en sus costados se ubican cercas verdes con vegetación abundante, también presenta zonas con bancos de arena fina.

La vía de uso frecuente de los habitantes del sector presenta condiciones aceptables de transitabilidad, en general no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

El uso de esta vía será temporal durante la construcción del proyecto y luego periódicamente para las campañas de mantenimiento de la línea de evacuación.

Para este corredor no se prevé modificaciones de la geometría, ni construcción de nuevas obras, se desarrollarán actividades de mantenimiento y adecuación como son: adición de material de afirmado en baches, vibro compactador y rociado de agua con carrotanque, corte y desbroce de la vegetación herbácea, poda de ramas a los árboles ubicados en los márgenes de la vía para permitir la circulación de las cargas extra dimensionadas y medidas preventivas para la movilización de equipos en cercanías a la línea de baja tensión que va paralela a la vía. Se estima la

adecuación del 20% de la longitud de la vía, el cual puede variar dependiendo del estado de la vía al iniciar las obras. En el numeral 3.2.4.1.7 se presenta los volúmenes estimados de materiales para la adecuación de las vías.

Cabe resaltar que los vehículos que se utilizaran para la construcción de la Línea de evacuación corresponden a camabajas o tractomulas, carrotanques para el agua, volquetas, camiones y camionetas 4X4. Una vez se finalice la fase constructiva, y durante la fase operativa (30 años) las movilizaciones en el área serán mayormente en camionetas 4x4, se usarán camabajas y carrotanques eventualmente para actividades de mantenimiento. En la Tabla 3-10 se describe con detalle la vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.

3.2.4.1.2.5 Camino Interno No.1 Finca Buenavista.

A 8.4 kilómetros al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el acceso a la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

Al interior de la finca se encuentra este camino que atraviesa los predios de oriente a occidente, presenta tramos sobre terraplenes hechos con material de préstamo y tramos sobre terreno natural.

La vía privada tiene ancho variable desde 3,8 metros en sectores sobre terraplén hasta 14 metros en áreas planas, presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

El uso de este camino será permanente ya que el corredor existente se convertirá en uno de los dos accesos principales del proyecto junto con el Camino denominado Interno No. 2 Finca Buenavista. El camino se conectará con la Ruta 25 mediante carriles de cambio de velocidad que se describen en el numeral 3.2.4.1.4 Accesos y Corredores nuevos.

En la Tabla 3-14 se describe con detalle la vía interna No. 1 de la Finca Buenavista.

3.2.4.1.2.6 Camino Interno No.2 Finca Buenavista.

A 9,95 kilómetros al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el acceso 2 de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

Al interior de la finca se encuentra este camino que atraviesa los predios en sentido Sureste al Noroeste, mayormente compuesto por terraplenes construidos por los propietarios de los predios.

La vía privada tiene ancho variable desde 2,7 metros en sectores sobre terraplén hasta 14 metros en áreas planas al final del tramo, presenta condiciones aceptables de transitabilidad y no cuenta con obras de drenaje.

El uso de este camino será permanente ya que el corredor existente se convertirá en uno de los dos accesos principales del proyecto junto con el Camino denominado Interno No. 1 Finca Buenavista. El camino se conectará con la Ruta 25 mediante carriles de cambio de velocidad que se describen en el numeral 3.2.4.1.4 Accesos y Corredores nuevos.

En la Tabla 3-15 se describe con detalle la vía interna No. 2 de la Finca Buenavista.

3.2.4.1.2.7 Vía de acceso a predio San Rafael

De este camino veredal ubicado en el sector occidental de los predios de la Finca Buenavista, tan solo se prevé usar en un tramo de 150 metros aproximadamente, que permitirá el acceso a la línea de evacuación desde el interior de los predios del Parque y del Camino Interno No.1 Finca Buenavista.

La vía terciaria mayormente en suelo natural tiene un ancho promedio en este sector de 8,0 metros.

La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

El uso de esta vía será temporal durante la construcción del proyecto.

Para este corredor no se prevé modificaciones de la geometría, ni construcción de nuevas obras, se desarrollarán actividades de mantenimiento y adecuación como son: adición de material de afirmado en baches, rociado de agua con carrotanque, corte y desbroce de la vegetación herbácea. Se estima la adecuación del 30% de la longitud del tramo, la intervención puede variar dependiendo del estado de la vía al iniciar las obras de construcción. En el numeral 3.2.4.1.7 se presenta los volúmenes estimados de materiales para la adecuación de las vías.

En la Tabla 3-36 se describe el tramo de vía que será utilizado. En la Tabla 3-12 se describe la totalidad de la vía existente.

Tabla 3-36 Descripción Vía de acceso a Predio San Rafael

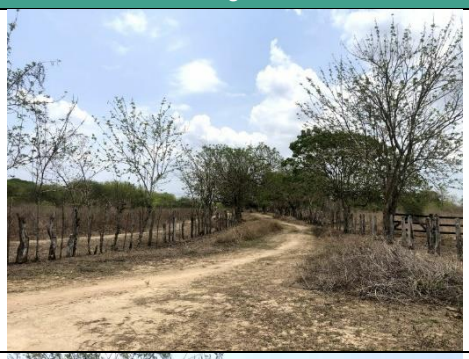
VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL			
Departamento:	Atlántico	Municipio:	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimiento de Santa Rita
Longitud de la vía o recorrido (km):	0,143	Tipo de vía	Terciaria

Coordenadas		Este	Norte
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	Punto inicial	4801246	2727422
	Punto final	4801332	2727550
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	Punto inicial	10°34'39.21"N	74°49'2.30"O
	Punto final	10°34'43.04"N	74°48'59.98"O

Figura de localización



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4801246	2727422	Acceso posterior Finca Buenavista. En el sector occidental de los predios del Parque Solar.	

VÍA DE ACCESO A PREDIO SAN RAFAEL				
Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+054	4801280	2727491	Tramo con ancho 9,00m en terreno natural, vegetación en la vía y ahuellamientos.	
K0+143	4801332	2727550	Cambio de sección. Tramo con ancho 4,00m en terreno natural, residuos de material de poda en la vía.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.1.2.8 Vía de acceso a predios Albricias I y II

En el K11+275 al sur del cruce de la Troncal de Occidente con la vía que de Ponedera va al corregimiento de El Martillo, se encuentra el camino público de acceso a los predios Albricias I y II que hacen parte de la Finca Buenavista donde se proyecta la construcción del Parque Solar.

La vía se encuentra en el extremo sur del Parque Solar, consiste en una vía terciaria con ancho promedio 7,0 metros, los primeros 200 metros presenta material de afirmado y luego continua sobre terreno natural. La vegetación de cerca requiere poda ya que se cierra en algunos sectores sobre la vía.

La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia.

El uso de esta vía será temporal durante la construcción del proyecto.

Para este corredor no se prevé modificaciones de la geometría, ni construcción de nuevas obras, se desarrollarán actividades de mantenimiento y adecuación como son: adición de material de afirmado en baches, rociado de agua con carrotanque, corte y desbroce de la vegetación herbácea, poda de ramas a los árboles ubicados en los márgenes de la vía para permitir la circulación de las cargas extradimensionadas. Se estima la adecuación del 20% de la longitud de la vía, el cual puede variar dependiendo del estado de la vía al iniciar las obras. En el numeral 3.2.4.1.7 se presenta los volúmenes estimados de materiales para la adecuación de las vías.

En la Tabla 3-16 se describe con detalle la vía de acceso a los predios Albricia I y II.

3.2.4.1.2.9 Camino privado Finca La María

A 545 metros al Sur de la Retirada sobre la vía Ponedera – Cascajal se encuentra en el costado oriental de la vía un acceso a la Finca La María, el cual permite el acceso a la servidumbre de la línea entre las torres 15 y 16 (ID ING Tabla 3-32). El tramo entre la entrada al predio y la intersección con el eje de la servidumbre de la línea son aproximadamente 80 metros.

El camino consiste en una huella de rodadura sobre terreno natural con ancho promedio 3,0 metros. El predio presenta en su mayoría pasto con algunos árboles.

El uso de esta vía será temporal durante la construcción del proyecto y luego periódicamente para las campañas de mantenimiento de la línea de evacuación.

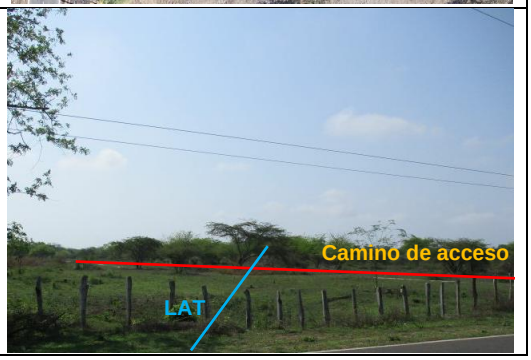
La vía presenta condiciones aceptables de transitabilidad, no cuenta con obras de drenaje evidenciando zonas de encharcamiento y saturación del suelo en épocas de lluvia. Para este corredor no se prevé modificaciones de la geometría, ni construcción de nuevas obras, se desarrollarán actividades de mantenimiento y adecuación como son: adición de material de afirmado en baches, rociado de agua con carrotanque, corte y desbroce de la vegetación herbácea, poda de ramas a los árboles ubicados en los márgenes de la vía para permitir la circulación de las cargas extradimensionadas. En el numeral 3.2.4.1.7 se presenta los volúmenes estimados de materiales para la adecuación de las vías.

En la Tabla 3-37 se describe el tramo de vía que se usará, en la Tabla 3-17 se encuentra la descripción completa del camino.

Tabla 3-37 Descripción Camino privado Finca La María

CAMINO PRIVADO FINCA LA MARÍA.			
Departamento:	Atlántico	**Municipio:**	Ponedera
		Unidad Territorial:	Corregimiento de La Retirada
Longitud de la vía o recorrido (km):	0,078	**Tipo de vía**	Privada
Coordenadas		**Este**	**Norte**
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	**Punto inicial**	4798800	2731112
	Punto final	4798867	2731115
Coordenadas		**Latitud**	**Longitud**
Coordenadas Geográficas	**Punto inicial**	10°36'38.71"N	74°50'23.49"O
	Punto final	10°36'38.70"N	74°50'21.19"O
Figura de localización			



Kilómetro	Coordenadas		Descripción	Fotografía
K0+000	4798800	2731112	Sobre en el costado oriental de la vía que comunica Ponedera con Sabanalarga, 545 metros al sur de La Retirada, se encuentra el Portal de acceso a la Finca La María. El camino privado sobre terreno natural tiene un ancho de 3,0 metros. En el acceso cruzan línea de media tensión.	
K0+078	4798867	2731115	Cruce de la vía con el eje de la línea de evacuación. Camino privado sobre terreno natural tiene un ancho de 3,0 metros.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.1.3 Transito Promedio diario (TPD)

Dado que se utilizarán vías principales del Departamento del Atlántico, para los accesos al proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de Evacuación de 500 kV se cuenta con los datos de Volúmenes de Tránsito recopilados por el Instituto Nacional de Vías en sus publicaciones “Volúmenes de Tránsito y costos de Operación 2010 - 2011” y “Serie histórica de tránsito promedio actualizada TPD 1997 - 2018” correspondiente a los resultados de los conteos que en forma manual se realizaron en las principales carreteras nacionales a cargo del Instituto.

El INVIAS con el objeto de conocer los diferentes tipos de tránsito en un horizonte de tiempo, realiza conteos manuales de tránsito cada año durante siete días consecutivos las veinticuatro horas del día, de tal manera que normalmente correspondan a la misma época del año, con lo que se garantiza que la información no tenga sesgos temporales o estaciónales por temporada de vacaciones, producción o algún otro evento.

El objeto de los conteos manuales de tránsito es establecer la magnitud y la clase de vehículos que circulan por un sector de carretera considerado homogéneo. Las categorías de vehículos utilizadas en los conteos manuales son las siguientes:

1. Automóviles (A)
2. Buses (B)
3. Camiones pequeños de dos ejes (C2-P)
4. Camiones grandes de dos ejes (C2-G)
5. Camiones de tres ejes y cuatro ejes (C3-C4)
6. Camiones de cinco ejes (C3-S2)
7. Camiones de seis o más ejes (C3-S3)

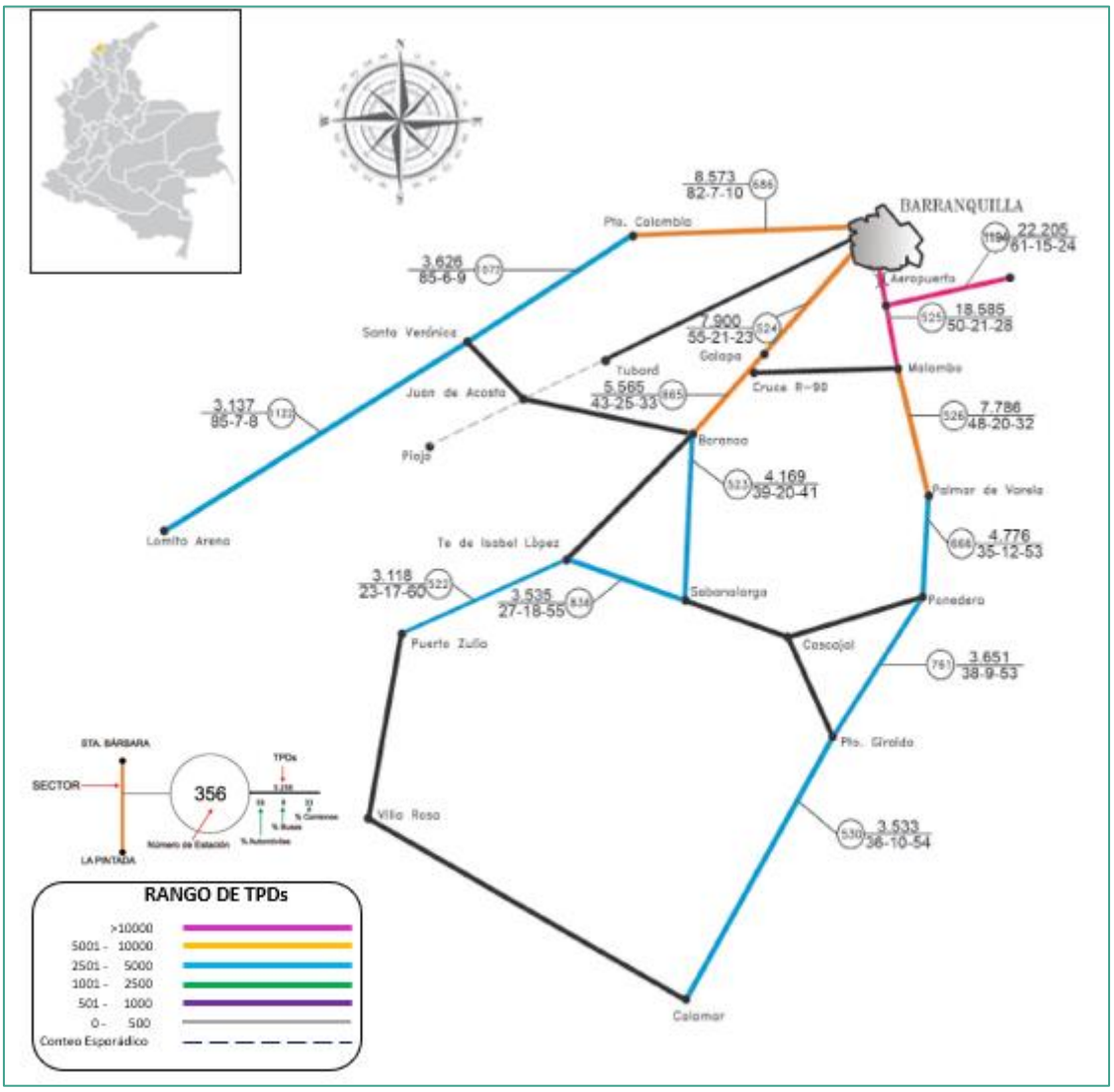
Las vías veredales identificadas para los accesos al proyecto presentan volúmenes de tránsito bajos, ya que no son vías concurridas, en su mayoría sirven para el ingreso a uno o dos predios, donde sus propietarios poseen un automóvil o moto el

cual realiza entre dos y cuatro viajes diarios. No hay presencia de vehículos pesados.

En la Figura 3.29 se observan las vías del Departamento del Atlántico que cuentan con series de tránsito recopiladas por el Instituto Nacional de Vías, también se observan la identificación de las estaciones de conteo, su ubicación y la composición por categorías de vehículos (Automóviles-Buses-Camiones) para el año 2011.

En la Tabla 3-38 se reúnen los volúmenes de tránsito promedios para el periodo 1997 – 2018 y la composición por categorías de vehículos (Automóviles-Buses-Camiones) en el Departamento del Atlántico, resaltándose los volúmenes correspondientes a las estaciones de conteo más cercanas al área de implantación del proyecto, la estación 529 ubicada en el tramo Sabanalarga – Cascajal, la estación 666 en el tramo Ponedera – Palmar de Varela y la estación 761 entre Puerto Giraldo y Ponedera.

Figura 3.29 Diagrama Vías A Cargo Del Invias Territorial Atlántico



Fuente: Volúmenes de Tránsito y Costos de Operación 2010-2011 – INVIAS

Tabla 3-38 Serie Histórica y Composición Del TPD - Territorial Atlántico 1997-2018

SERIE HISTÓRICA Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO						
TERRITORIAL ATLANTICO						
ESTAC. No.	529		666		761	
PR DE LA ESTACION			47+0000		30+0100	
SECTOR	SABANALARGA-CASCAJAL		PONEDERA-PALMAR DE VARELA		PUERTO GIRALDO-PONEDERA	
CODIGO VIA			2516		2516	
LONGITUD (KM)	10		8		16	
1997	492	41-10-49	2.820	38-21-41	1.854	40-16-44
1998	565	50-15-35	3.198	47-22-31	2.243	46-15-39
1999	502	45-17-38	2.301	48-17-35	2.000	46-16-38
2000	503	58-16-26	2.048	43-17-40	1.834	42-15-43
2001	408	50-18-32	2.118	41-17-42	1.830	45-15-40
2002	497	54-20-26	1.969	42-18-40	1.734	39-15-46
2003	481	54-11-35	2.032	40-10-50	1.779	40-10-50
2004	506	51-19-30	2.142	41-19-40	1.981	41-16-43
2005	530	46-21-33	3.054	40-18-42	2.074	38-16-46
2006	599	47-18-35	2.601	37-17-46	2.382	41-14-45
2007	-	-	2.269	38-16-46	2.390	40-14-46
2008	-	-	2.360	40-17-43	2.521	42-12-46
2009	-	-	3.285	41-16-43	2.500	42-13-45
2010	-	-	2.845	42-14-44	2.599	42-12-46
2011	-	-	4.776	35-12-53	3.651	38-09-53
2012	-	-	2.898	43-15-42	2.457	42-13-45
2013	-	-	3.390	48-14-38	2.928	50-11-39
2014	-	-	3.880	43-11-46	3.019	42-10-48
2015	-	-	5.266	42-11-47	4.214	42-14-44
2016	-	-	2.379	36-14-50	3.523	42-16-42
2017	-	-	4597	53-20-27	4253	50-9-41
2018	-	-	4346	59-21-20	3342	42-10-48

Fuente: Volúmenes de Tránsito y Costos de Operación 1997-2018 - INVIAS

- Aforos vehiculares

Adicional a la información existente en los registros del Instituto Nacional de vías, se realizaron aforos vehiculares en dos puntos sobre las vías principales del área de influencia del proyecto, uno sobre la Ruta 25 – Troncal de Occidente y el otro en la vía Ponedera – Cascajal. Las coordenadas de los puntos de aforo se presentan en la Tabla 3-39.

Tabla 3-39 Coordenadas puntos de aforo.

ID	Ubicación	Localización	Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	
			Este	Norte
AF-01	Ruta 25 – Troncal de Occidente	Santa Rita	4805265	2729011
AF-02	Vía Ponedera - Cascajal	La Retirada	4798885	2731843

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

El conteo se realizó durante dos días, un día festivo 17 de mayo de 2021 y un día hábil, 18 de mayo de 2021, en jornada continua de 24 horas (De 0:00 a 24:00 pm), con el fin de ver la dinámica vehicular en la zona.

La información de campo se registró en formatos de campo, en períodos de 60 minutos, clasificándolos de acuerdo con el tipo de vehículo (Motos, Auto, Bus o Camión. Ver Tabla 3-40. y Anexo 3.5 Aforos vehiculares.

Tabla 3-40 Clasificación Vehicular.

VL	Vehículos Livianos (Automóviles y Camionetas).
TP	Transporte Publico (Colectivos, Buses y Busetas).
VCP	Vehículos de carga pesada (camiones livianos, semipesados, pesados y volquetas).
MT	Motos y Mototaxis.

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.44 Aforo Vehicular Ruta 25 – Santa Rita



Punto de aforo AF-01 Santa Rita
Ponedera - Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas – Origen Nacional):
E 4805265 – N 2729011

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Fotografía 3.45 Aforo Vehicular Vía Ponedera -Cascajal



Punto de aforo AF-02 La Retirada
Ponedera - Atlántico
Georreferencia: (Magna Sirgas - Origen Nacional):
E 4798885 – N 2731843

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

A continuación, se relacionan los registros de tránsito que correspondientes a los sitios de aforo AF-01 y AF-02 en los corregimientos de Santa Rita y La Retirada respectivamente para el día festivo y el día hábil, ver Tabla 3-41, Tabla 3-42, Tabla 3-43 y Tabla 3-44.

Tabla 3-41 Registro de volúmenes de Transito – AF-01 Santa Rita - Día Festivo.

INTERVALO DE TIEMPO	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES URBANOS	C2-P	C2-G	C3 Y C4	C5 Y > C5	VOLQUETAS	MOTO TAXIS	MOTOS
0:00 - 1:00	2	0	7	6	2	0	1	0	0	0
1:00 - 2:00	1	0	2	0	3	0	3	0	0	1
2:00 - 3:00	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0
3:00 - 4:00	1	0	1	1	6	0	2	0	0	0
4:00 - 5:00	2	0	4	2	3	0	3	0	0	4
5:00 - 6:00	19	2	14	10	6	0	5	0	10	13
6:00 - 7:00	35	3	12	12	10	1	18	0	22	22
7:00 - 8:00	53	7	22	23	17	2	15	1	14	34
8:00 - 9:00	77	7	18	12	13	2	10	0	16	36
9:00 - 10:00	99	3	15	17	13	0	19	0	23	45
10:00 - 11:00	97	2	21	14	17	2	15	2	21	27
11:00 - 12:00	119	4	13	14	8	0	18	1	19	25
12:00 - 13:00	126	5	12	20	9	2	15	3	16	35
13:00 -14:00	109	7	22	17	16	8	12	4	32	32
14:00 - 15:00	150	13	19	6	15	17	16	1	52	11
15:00 - 16:00	181	7	16	15	27	3	15	2	44	36
16:00 - 17:00	213	9	22	16	15	1	11	0	29	72
17:00 - 18:00	244	7	20	10	15	1	12	0	38	50
18:00 - 19:00	130	5	13	4	15	2	24	0	19	64
19:00 - 20:00	72	1	19	4	17	1	12	0	9	30
20:00 - 21:00	36	0	3	2	12	1	6	0	4	14
21:00 - 22:00	17	0	4	9	14	0	5	0	3	12
22:00 - 23:00	9	0	5	4	13	3	2	0	0	6
23:00 -24:00	6	0	7	6	13	0	1	0	0	3
TOTAL	**1798**	**82**	**293**	**225**	**282**	**46**	**240**	**14**	**371**	**572**

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - DIA FERIADO	
VOLUMENES	
Volumen de tránsito en 24 horas	3923 Veh Mixtos
COMPOSICIÓN	
Autos	45.8%
Transporte Público	9.6%
Vehículos de carga pesada	20.6%
Motos y mototaxis	16.7%
TRÁNSITO HORARIO MAXIMO EN PERIODO AFORO (0:00 - 24:00)	
VOLUMENES	
Volumen Horario Pico Observado	397 Veh Mixtos/Hora
Hora del Volumen Horario Pico	17:00 - 18:00
COMPOSICIÓN	
Autos	61.5%
Transporte Público	6.8%
vehículos de carga pesada	9.6%
Motos y mototaxis	22.2%

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-42 Registro de volúmenes de Transito – AF-01 Santa Rita - Día Hábil.

INTERVALO DE TIEMPO	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES URBANOS	C2-P	C2-G	C3 Y C4	C5 Y > C5	VOLQUETAS	MOTO TAXIS	MOTOS
0:00 - 1:00	0	0	1	4	1	0	9	0	0	1
1:00 - 2:00	1	0	0	0	5	0	5	0	0	0
2:00 - 3:00	3	0	9	1	9	0	17	0	1	2
3:00 - 4:00	5	1	2	9	21	0	8	5	0	5
4:00 - 5:00	18	4	6	7	17	0	14	2	1	4
5:00 - 6:00	35	3	12	16	23	0	20	0	15	20
6:00 - 7:00	84	8	11	25	20	1	21	1	19	46
7:00 - 8:00	114	12	31	28	11	1	16	2	11	35
8:00 - 9:00	116	5	18	21	6	0	11	0	15	59
9:00 - 10:00	90	6	12	22	13	0	13	2	20	31
10:00 - 11:00	101	7	15	22	11	0	19	0	34	46
11:00 - 12:00	114	8	19	22	15	6	21	2	20	28
12:00 - 13:00	100	7	24	16	19	2	7	5	44	23
13:00 -14:00	91	8	17	23	18	2	27	3	32	32
14:00 - 15:00	72	5	13	16	28	2	28	4	14	12
15:00 - 16:00	95	15	18	21	28	1	19	2	15	24
16:00 - 17:00	74	4	12	25	21	1	20	1	16	42
17:00 - 18:00	92	3	13	25	30	1	13	5	13	48
18:00 - 19:00	47	2	9	16	25	0	27	1	12	11
19:00 - 20:00	18	2	8	7	13	0	9	1	7	9
20:00 - 21:00	16	0	6	5	19	0	12	1	3	2
21:00 - 22:00	16	1	5	13	19	0	25	0	2	3
22:00 - 23:00	8	0	3	7	20	1	15	0	1	3
23:00 -24:00	0	0	4	0	10	0	12	0	0	1
TOTAL	**1310**	**101**	**268**	**351**	**402**	**18**	**388**	**37**	**295**	**487**

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - DIA HABIL	
VOLUMENES	
Volumen de tránsito en 24 horas	3657 Veh Mixtos/Hora
COMPOSICIÓN	
Autos	35.8%
Transporte Público	10.1%
Vehículos de carga pesada	32.7%
Motos y mototaxis	16.1%
TRÁNSITO HORARIO MAXIMO EN PERIODO AFORO (0:00 - 24:00)	
VOLUMENES	
Volumen Horario Pico Observado	261 Veh Mixtos/Hora
Hora del Volumen Horario Pico	7:00 - 8:00
COMPOSICIÓN	
Autos	43.7%
Transporte Público	16.5%
vehículos de carga pesada	22.2%
Motos y mototaxis	17.6%

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-43 Registro de volúmenes de Transito– AF-02 La Retirada - Día Festivo.

INTERVALO DE TIEMPO	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES URBANOS	C2-P	C2-G	C3 Y C4	C5 Y > C5	VOLQUETAS	MOTO TAXIS	MOTOS
0:00 - 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 2:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2:00 - 3:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
4:00 - 5:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	19
5:00 - 6:00	2	1	0	3	0	0	0	0	1	49
6:00 - 7:00	4	4	0	3	0	0	0	2	3	48
7:00 - 8:00	7	4	0	3	1	0	0	1	1	58
8:00 - 9:00	6	4	0	3	0	0	0	1	2	70
9:00 - 10:00	9	2	1	1	1	0	0	3	2	96
10:00 - 11:00	17	5	1	6	0	0	0	1	3	56
11:00 - 12:00	10	2	0	4	0	0	0	1	2	74
12:00 - 13:00	16	4	0	4	1	0	0	0	3	87
13:00 -14:00	18	1	0	1	0	0	0	0	2	75
14:00 - 15:00	22	4	1	2	0	0	0	0	3	75
15:00 - 16:00	17	2	1	0	1	0	0	0	29	42
16:00 - 17:00	16	3	0	2	0	0	0	0	1	102
17:00 - 18:00	9	3	0	3	0	0	0	0	1	62
18:00 - 19:00	5	2	32	0	1	0	0	0	1	43
19:00 - 20:00	12	1	0	0	0	0	0	0	0	37
20:00 - 21:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	14
21:00 - 22:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	42
22:00 - 23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
23:00 -24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL	**180**	**42**	**36**	**37**	**5**	**0**	**0**	**9**	**54**	**1069**

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - DIA FERIADO	
VOLUMENES	
Volumen de tránsito en 24 horas	1432 Veh Mixtos
COMPOSICIÓN	
Autos	12.6%
Transporte Público	5.4%
Vehículos de carga pesada	3.6%
Motos y mototaxis	77.6%
TRÁNSITO HORARIO MAXIMO EN PERIODO AFORO (0:00 - 24:00)	
VOLUMENES	
Volumen Horario Pico Observado	124 Veh Mixtos/Hora
Hora del Volumen Horario Pico	16:00 - 17:00
COMPOSICIÓN	
Autos	12.9%
Transporte Público	2.4%
vehículos de carga pesada	1.6%
Motos y mototaxis	83.1%

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-44 Registro de volúmenes de Transito– AF-02 La Retirada - Día Festivo.

INTERVALO DE TIEMPO	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES URBANOS	C2-P	C2-G	C3 Y C4	C5 Y > C5	VOLQUETAS	MOTO TAXIS	MOTOS
0:00 - 1:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
1:00 - 2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 3:00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3:00 - 4:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
4:00 - 5:00	1	0	2	0	0	0	0	1	0	19
5:00 - 6:00	4	4	2	0	2	0	0	0	1	64
6:00 - 7:00	15	3	1	2	3	1	0	0	1	53
7:00 - 8:00	9	4	1	4	0	0	0	3	2	44
8:00 - 9:00	11	6	1	0	1	1	0	2	5	51
9:00 - 10:00	10	4	0	4	6	1	0	4	2	87
10:00 - 11:00	13	4	2	9	3	0	3	2	4	70
11:00 - 12:00	22	4	1	4	3	0	0	2	1	49
12:00 - 13:00	13	4	1	1	1	0	0	1	0	44
13:00 -14:00	11	4	1	0	1	0	0	0	3	50
14:00 - 15:00	26	6	2	3	0	0	0	0	2	105
15:00 - 16:00	12	5	3	4	1	0	0	1	2	93
16:00 - 17:00	14	5	1	2	0	0	0	0	1	89
17:00 - 18:00	14	6	1	2	0	0	0	0	1	95
18:00 - 19:00	13	1	1	1	0	0	0	0	36	50
19:00 - 20:00	5	1	2	3	0	0	0	2	1	44
20:00 - 21:00	4	0	0	1	1	0	0	0	0	15
21:00 - 22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22:00 - 23:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23:00 -24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	**201**	**61**	**22**	**42**	**23**	**3**	**3**	**18**	**62**	**1043**

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - DIA HABIL	
VOLUMENES	
Volumen de tránsito en 24 horas	1478 Veh Mixtos
COMPOSICIÓN	
Autos	13.6%
Transporte Público	5.6%
Vehículos de carga pesada	6.0%
Motos y mototaxis	74.7%
TRÁNSITO HORARIO MAXIMO EN PERIODO AFORO (0:00 - 24:00)	
VOLUMENES	
Volumen Horario Pico Observado	144 Veh Mixtos/Hora
Hora del Volumen Horario Pico	14:00 - 15:00
COMPOSICIÓN	
Autos	18.1%
Transporte Público	5.6%
vehículos de carga pesada	2.1%
Motos y mototaxis	74.3%

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Con lo anterior, se puede concluir que la Ruta 25 – Troncal de Occidente presenta en días festivos un mayor volumen de vehículos, con un aumento en el flujo de autos particulares y la disminución del transporte de carga en contraste con los días hábiles.

Para la vía Ponedera - Cascajal se observan patrones de movilización similares entre los días feriados y hábiles, con un alto porcentaje de motocicletas y mototaxis, la vía es usada en su mayoría por habitantes del sector debido a que la nueva variante Palmar de Varela – Sabanalarga atrajo los viajes con destino Sabanalarga.

- Incremento del Tránsito

Los incrementos máximos estimados en los volúmenes vehiculares para las vías de acceso se darán sobre la vía pavimentada Ruta 25 – Troncal de Occidente en la cual se ubicarán los accesos principales al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III. Como se observa en la Tabla 3-45 las actividades constructivas del parque concentrarán la mayoría de los viajes generados, principalmente para el transporte de paneles, seguidores, personal y de material pétreo.

Para la vía Sabanalarga – Ponedera los incrementos de los volúmenes vehiculares serán mínimos dado que solo se hará uso de este para la construcción de la línea de evacuación.

Tabla 3-45 Estimación Incremento Volúmenes Vehiculares

INCREMENTO TPDS					
CAMIONES					
Transporte Paneles	No. Paneles	Paneles x Contenedor	No. Contenedores	Días actividad	(Veh/día)
	500052	620	807	60	13
Transporte Seguidores Soportes (+100%)	No. Seguidores de 43m	Volumen Total (m3)	No. Contenedores	Días actividad	(Veh/día)
	5953	5119.58	71	30	2.4
Transporte Torres	No. Torres	No. Camiones x Torre	No. Total Camiones	Días actividad	(Veh/día)
	19	3	57	60	1.0
Transporte Material Pétreo	Volumen Total (m3)	Capacidad Veh (m3)	No. Volqueta	Días actividad	(Veh/día)
	53462	14	3819	250	15
Transporte Concreto	Volumen Total (m3)	Capacidad Veh (m3)	No. Vehículos	Días actividad	(Veh/día)
	1922	8	240	180	1
Transporte Personal	No. De Personas	Capacidad Bus (m3)	No. Buses	Días actividad	(Veh/día)
	300	45	7	1	7
Transporte otros (equipos y materiales menores)	% de Transporte Total	TPD (Veh/día)			
	5	2.0			
					(Veh/día)
				TOTAL	40.7

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.1.4 Accesos y Corredores nuevos.

Dentro del área de intervención del Parque Solar, se prevé la adecuación de los dos accesos existentes al interior del parque como accesos principales, un corredor perimetral y algunos corredores interiores que serán de uso privado y se utilizarán durante la operación del parque, para los recorridos de inspección y mantenimiento de los paneles y demás estructuras existentes. Los criterios definidos para estos corredores se describen a continuación:

a) Contar con la concertación previa con los propietarios.
b) El corredor debe tener las características técnicas para soportar el tránsito generado por el proyecto cualquiera que sea la época del año.
c) El diseño debe buscar la optimización de los recursos, sin excesos técnicos que eleven innecesariamente los costos, ni limitarse en las especificaciones derivando en deficiencias en la calidad y una rápida degradación de las estructuras.

d) La geometría del eje del acceso en planta respetará al máximo la topografía acomodándose a la misma aún a costa de aumentar la longitud de la vía. Se procurará que el número de tramos rectos sea el mayor posible, por razones de economía y confort en la conducción.

e) Para los corredores de movilización interiores, se contempla realizar un descapote y conformar el corredor vial mínimo 10 cm sobre el terreno natural. Se conformará un terraplén de 0,5 a 0,75 metros de altura en los sectores que recomienden los estudios hidrológico y geotécnico.

f) En áreas susceptibles de inundación se tendrá en cuenta:

- Buscar condiciones de ingeniería que no impliquen la construcción de obras adicionales, por lo cual se aprovecharán las zonas más altas (banquetas o lomos).
- Considerar en el trazado la dirección del flujo de agua superficial con el fin de evitar la intervención innecesaria de cauces, reduciendo el número de obras de arte a construir y favorecer la dinámica hídrica superficial de la zona.
- En el desarrollo de la ingeniería de detalle se realizará un estudio hidráulico. En las zonas donde este estudio hidráulico determine que se requiere construir un terraplén, se utilizará material pétreo extraído de canteras legalmente autorizadas y que cuenten con las pruebas de laboratorio que certifiquen que los materiales empleados en las construcciones de los terraplenes será el adecuado.

g) Con el objetivo de reducir la emisión de polvo generado por el tránsito de vehículos y disminuir la saturación de material volátil y/o particulado sobre los paneles solares lo que generaría pérdidas de energía y mayores mantenimientos (lavado de paneles), se realizará el riego de agua o la aplicación de un estabilizante químico mezclado con el material de la capa de rodadura para todos los corredores.

Existen algunos tipos de sustancias químicas recomendadas para el control del polvo de uso común en este tipo de proyectos: agentes humificadores, sales higroscópicas, agentes creadores de costra superficial y bischofita entre otros.

h) Deberá instalarse dentro del proyecto una adecuada señalización (preventiva e informativa), con el fin de regular la velocidad de desplazamiento de los vehículos. En algunos casos, podrán implementarse algunos reductores de velocidad, para forzar la disminución de la velocidad de los vehículos.

3.2.4.1.4.1 Acceso Principal

El Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III contará con dos accesos principales sobre la Vía Ruta 25 – Troncal de Occidente. Para la conformación de estos dos accesos se aprovecharán y adecuarán los caminos existentes denominados como Camino Interno No.1 y No.2 Finca Buenavista descritos en el numeral 3.2.4.1.2 Vías existentes propuestas como acceso al Proyecto

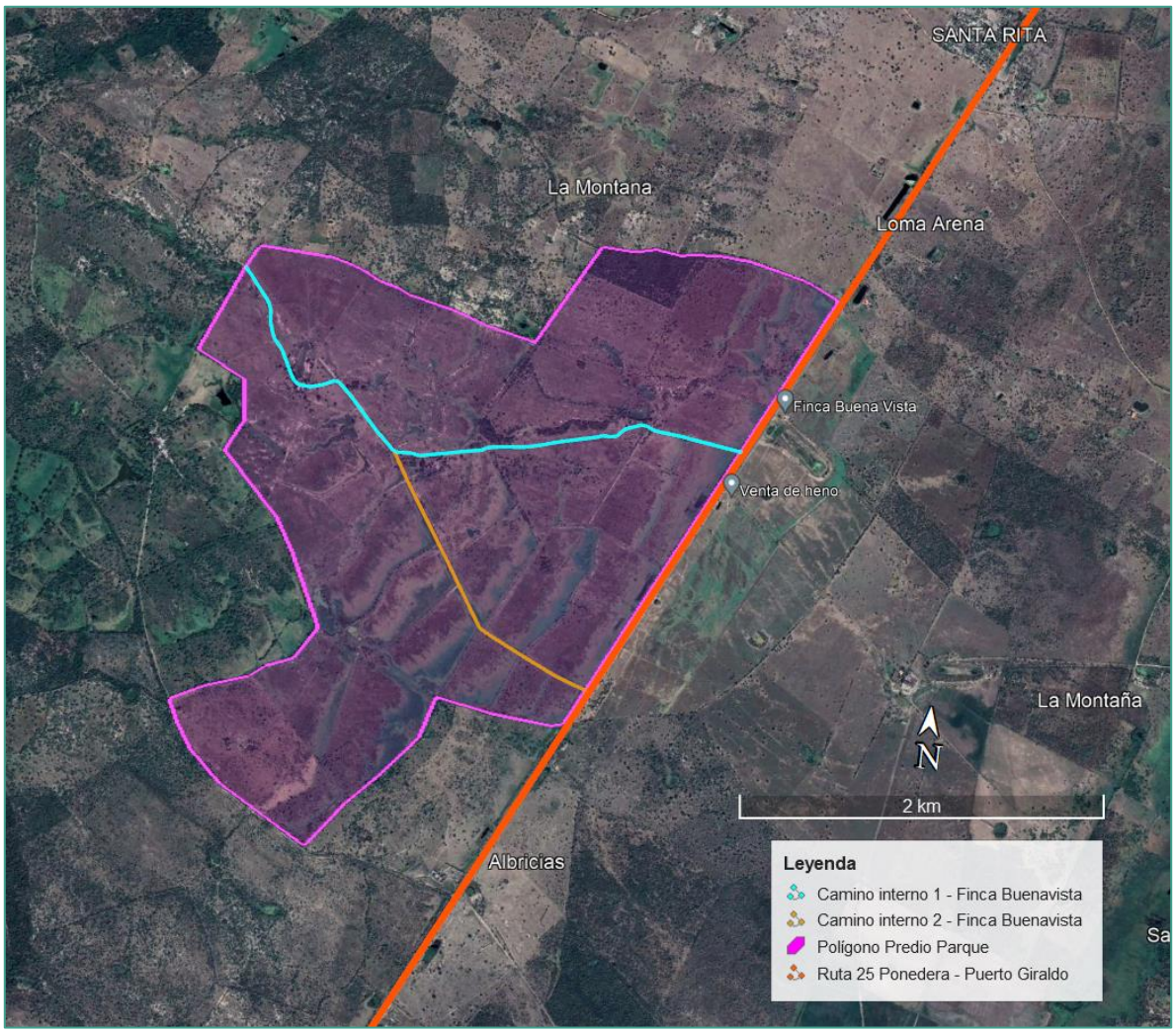
.

Los dos accesos principales atraviesan los predios de Este a Oeste permitiendo la llegada a la Subestación Elevadora El Uvero y a las demás instalaciones del Parque, tendrán un ancho de 6 m y longitudes de 3,39km Acceso No. 1 y 1,75 kilómetros Acceso No. 2.

El diseño del acceso necesariamente debe ser terraplenado con una capa de material de relleno entre los 0,3 y 0,5 metros y capa de rodadura de 0,1 a 0,2 metros, la sección además contará con cunetas no revestidas de sección triangular o trapezoidal con taludes 2H:1V. Estos taludes son referenciales, serán validados en la ingeniería de detalle. El acceso se materializará mediante rellenos compactados a nivel de subrasante. Debido a la baja pendiente del terreno no se prevén cortes o excavaciones. Esto último siempre y cuando los contenidos de humedad de los materiales permitan la compactación requerida, de no ser así se tendrán en cuenta los déficits de materiales para equilibrar el diagrama de masas.

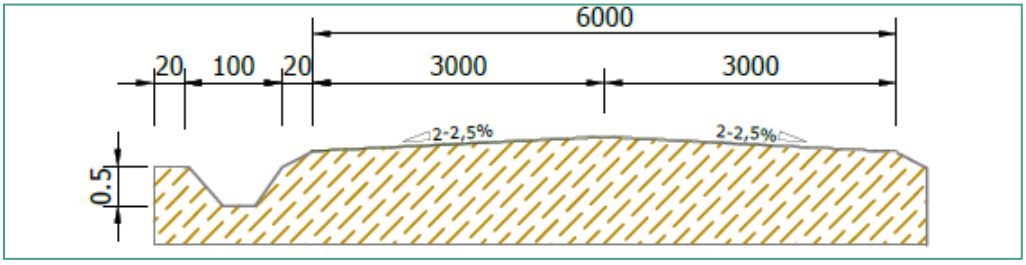
En la Figura 3.30 se muestra la ubicación de los accesos al Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y en Figura 3.31 una sección típica de la vía, las dimensiones presentadas son preliminares, en la ingeniería de detalle se calcularán las dimensiones definitivas. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0046-VIPF se muestran el trazado y las secciones típicas de los corredores interiores.

Figura 3.30 Acceso Principal Del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.31 Sección Transversal Del Acceso Principal

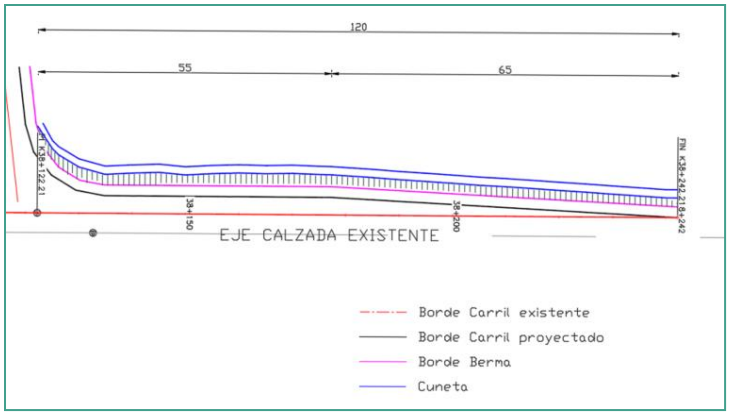


Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

De acuerdo con el decreto 2976 de 2010 del Ministerio de Transporte en su artículo noveno “Desarrollo de obras colindantes en vías no urbanas o variantes” los accesos al proyecto deberán realizarse a través de vías de servicio o de carriles de aceleración y desaceleración, y adicionalmente previo el inicio de la construcción deben solicitarse a la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI la solicitud de los permisos para el uso, la ocupación y la intervención temporal de la Infraestructura Vial Carretera Concesionada y Férrea, procedimiento descrito por la Resolución 716 del 28 de abril de 2015.

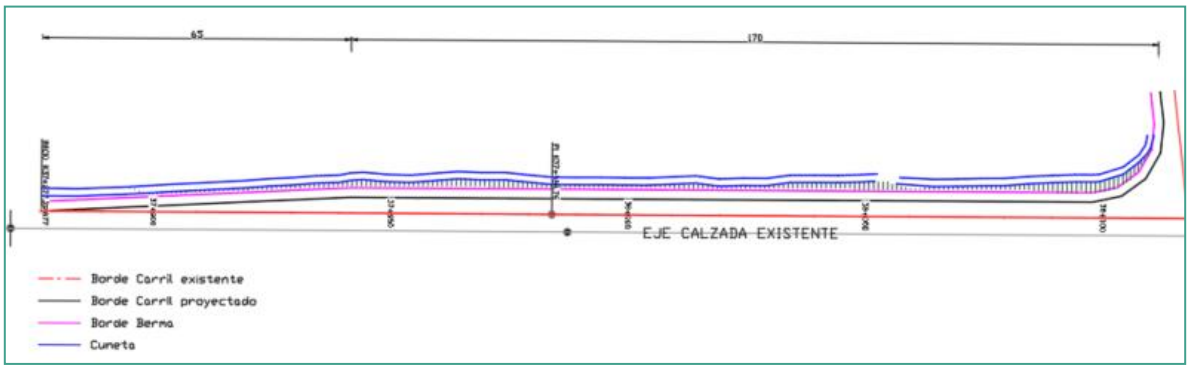
En la Figura 3.30, Figura 3.31, Figura 3.32, Figura 3.33 y en el anexo 3.1 Diseños Parque y línea / 3.1.1 Diseño Geométrico Carriles AC-DES se muestra la ubicación y geometría de los carriles de cambio de velocidad definidos para los accesos al Parque Solar Guayepo III.

Figura 3.32 Diseño carril de desaceleración Acceso No. 1



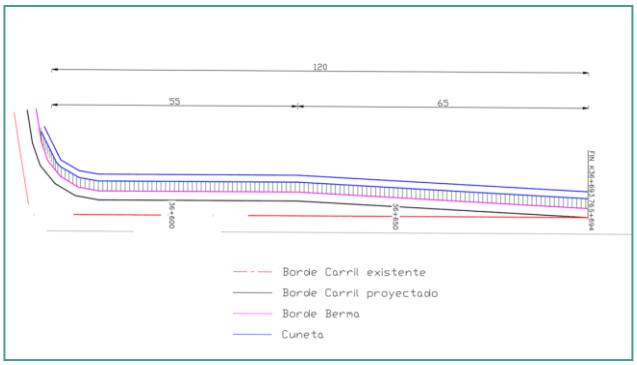
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.33 Diseño carril de aceleración Acceso No. 1



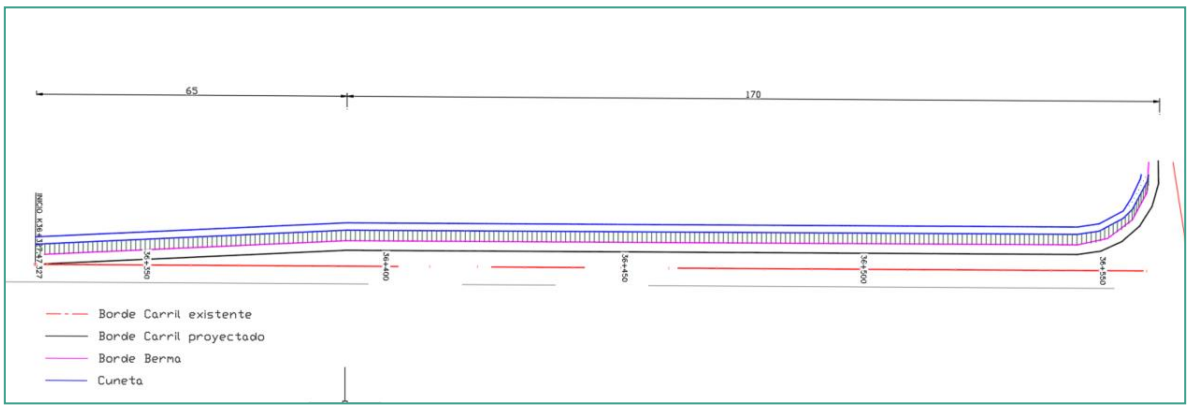
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.34 Diseño carril de desaceleración Acceso No. 2



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.35 Diseño carril de aceleración Acceso No. 2



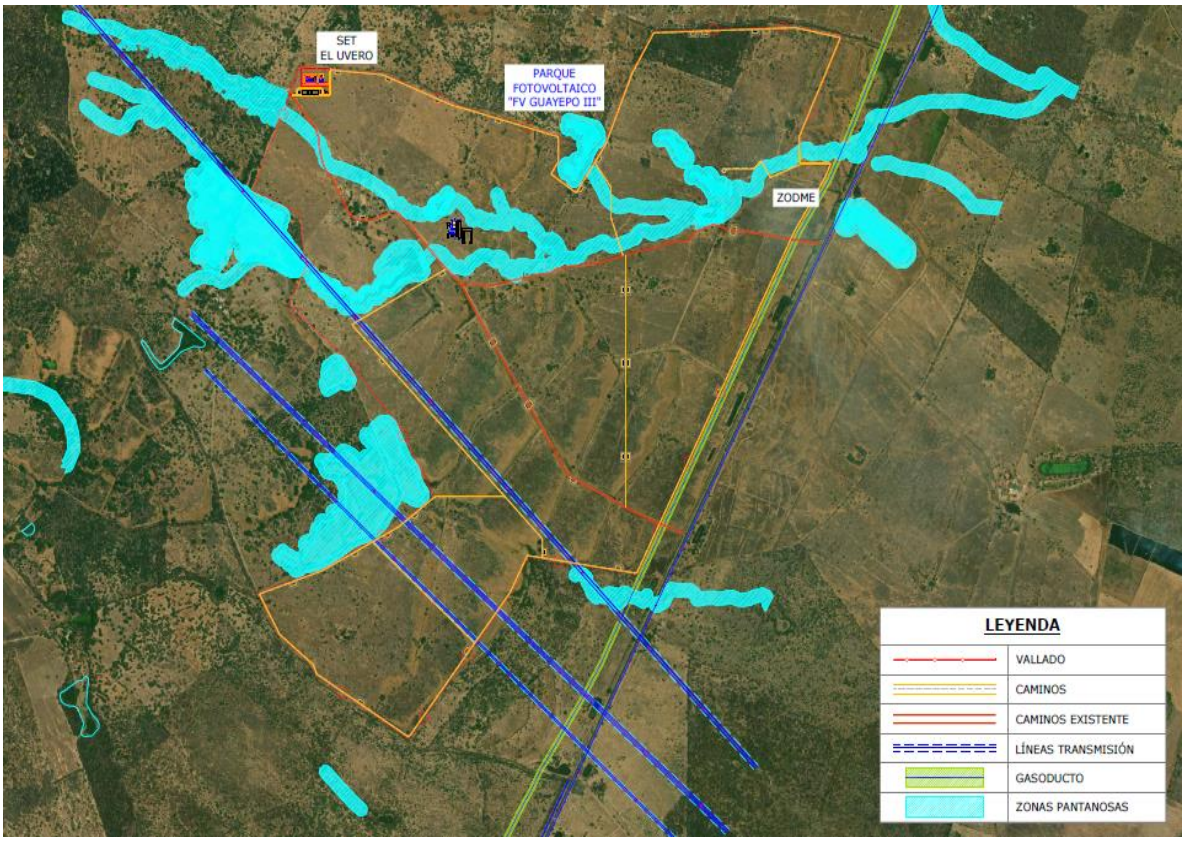
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.1.4.2 Corredores internos

Para poder acceder a todos los centros de transformación durante la etapa de operación, se adecuarán una serie de corredores dentro del Parque Solar

conectados a los caminos principales descritos en el numeral anterior. Estos caminos de acceso a los centros de transformación tendrán 3,0 metros de ancho. En la Figura 3.37. se muestra una sección típica de la vía, las dimensiones representadas son referenciales, en la ingeniería de detalle se calcularán estas dimensiones y en la Figura 3.36 se muestra un layout de los corredores interiores

Figura 3.36 Corredores interiores

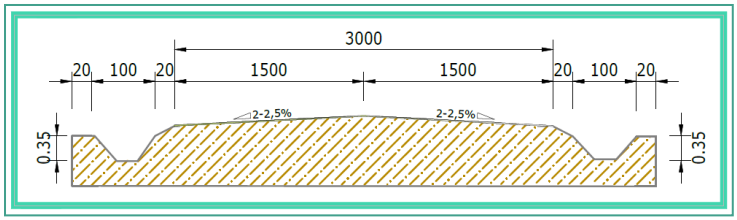


Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Los caminos contarán con cunetas no revestidas de sección trapezoidal con taludes 2H:1V. Estos taludes son referenciales, serán validados en la ingeniería de detalle. En los sitios donde estos caminos cruzan algún cauce natural existente se procederá a proteger el cauce con la correspondiente obra de drenaje transversal. Las estructuras de drenaje identificadas al interior del parque se describen en el numeral 3.2.4.8.4.2 Obras de drenaje Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, Subestación El Uvero y ZODME y Tabla 3-92, su análisis se detalla en el Capítulo

7 Demanda, Uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos Naturales, Numeral 7.2 Tabla 7.3 y en el Anexo 7 Demanda de recursos.- 7.1 Ocupaciones de Cauce.

Figura 3.37 Sección Transversal De Caminos Generales



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2020.

En la Tabla 3-46 se presentan las cantidades en kilómetros de los caminos internos, incluidos los caminos principales.

Tabla 3-46 Longitudes estimadas de Caminos Internos Nuevos

CAMINOS INTERNOS	
DESCRIPCIÓN	**LONGITUD (KM)**
Principal	5,14
General	16,05
TOTAL	21,19

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

La estructura de los corredores internos considera diferentes capas como se indica en la Tabla 3-47. En el numeral 3.2.4.1.6 se describe el procedimiento constructivo de los caminos.

Tabla 3-47 Estructura Del Corredores Internos

CAPA	DESCRIPCIÓN
Subrasante	Descapote. Compactación para alcanzar módulo de deformación Md=300Kg/cm2.
Sub-Base	Material con diámetro máximo de 70mm. SBG-50 Compactación para alcanzar módulo de deformación Md=800Kg/cm2. *Espesor de la capa 20 cm mínimo.
Rodadura	Material con diámetro máximo de 30mm. SBG-38 Compactación para alcanzar módulo de deformación Md=1000Kg/cm2. *Espesor de la capa 10 cm mínimo y pendiente transversal entre 2 y 2.5%

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.1.5 Accesos a sitios de torres

Para el acceso a la línea de evacuación de 500 kV, se utilizarán las vías existentes descritas en el numeral 3.2.4.1.2 para acceder a la servidumbre del proyecto y a partir de ahí a los sitios de torre mediante un sendero nuevo.

Para la movilización por la servidumbre, optimizando la solicitud de aprovechamiento forestal, se adecuará durante la fase constructiva una franja o sendero temporal con ancho de 3,5 metros, suficiente para el paso de un camión. En el numeral 3.2.4.1.6 se describe el procedimiento constructivo del acceso por servidumbre.

En respuesta al requerimiento 1, el cuál cita ***"Respecto a los senderos carreteables de acceso a los sitios de torre se deberá: a) Revisar y ajustar los trazados de dichos accesos con el objetivo de que estos no crucen por ecosistemas sensibles. b) Aclarar la temporalidad de dichos accesos y de la infraestructura de drenaje asociada (ocupaciones de cauce) "*** con el objetivo de evitar cruzar ecosistemas sensibles se ajusta el trazado de los senderos rodeando las zonas pantanosas y bordas existentes, en los tramos comprendidos entre los apoyos (ID GDB) T4, T5 y T6 y entre los apoyos T9, T8 y T7.

Por otra parte se elimina el sendero propuesto en el tramo comprendido entre el apoyo T14 y T15 evitando el cruce del arroyo Guayepo y eliminando la ocupación de cauce (M_LN5) solicitada anteriormente para el cruce del carreteable. Se aclara tambien que el uso de los senderos carreteables serán de uso temporal para la fase constructiva y serán desmantelados finalizada dicha fase.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-AM-EIAGUAYEPO3-1535- 0066-ILAT – Planchas 1 a la 3 y Anexo 11. Cartografía/GDB se muestran los accesos por servidumbre a los sitios de torre desde las vías existentes con los ajustes descritos en los parrafos anteriores.

La longitud de servidumbre a adecuar desde las vías existentes hasta los sitios de torre se resume en la Tabla 3-48.

Tabla 3-48 Longitud De Acceso Por Servidumbre A Torres Desde Vías Existentes

DESCRIPCIÓN	ACCESO A TORRE (ID ING Tabla 3-32)	LONGITUD (m)
Vía de acceso a predio San Rafael.	T01,T02,T03, T04, T05	1307
Vía de acceso a las Fincas Villa Mary y Villa Otti.	(T06 , T07) (T08, T09,T10,T11,T12,T13)	2385
Camino privado Finca La María	(T15,T14)	480
Vía La Retirada – Planeta Rico	T16,T17,T18,T19, Conexión Guayepo 400MW	497
	TOTAL	4669

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

La servidumbre debe cumplir con una pendiente máxima para la movilización de materiales, equipos y maquinaria, que para la condición más desfavorable no debe superar el 14% según el Manual de diseño geométrico de vías. Ver Tabla 3-49.

Tabla 3-49 Relación Entre La Pendiente Máxima (%) Y La Velocidad Especifica De La Tangente Vertical.

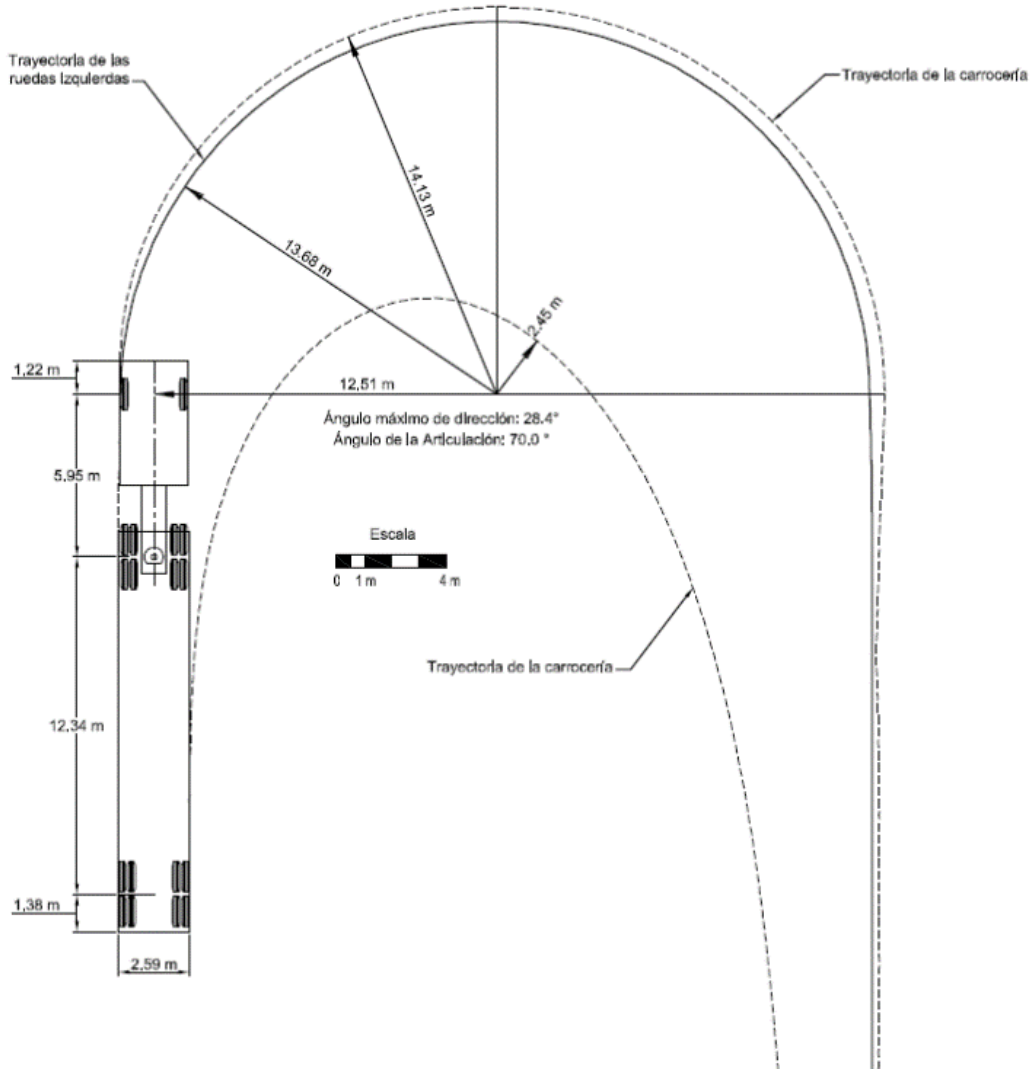
CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de diseño Geometrico de Carreteras – INVIAS

Del análisis del perfil del terreno no se identifican pendientes superiores al 14%, excepto en los sitios de cruce de los drenajes existentes que se analizan en detalle en el Capítulo 7 Demanda, Uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos Naturales, Numeral 7.3.6. y en el Anexo 7 Demanda de Recursos. – 7.1 Ocupaciones de cauce.

Para el ingreso de camiones Tipo 3S2 desde las vías existentes descritas en la Tabla 3-48 a los predios deben adecuarse las intersecciones entre la vía existente y la servidumbre de acuerdo con el radio de giro del vehículo. Del Manual de diseño Geométrico de vías, el radio de giro mínimo para un acceso a 90 grados corresponde a 14,13m como mínimo, según se muestra en la Figura 3.38. Figura 3.38.

Figura 3.38 Dimensiones Y Trayectorias De Giro Para Camión Categoría 3S2.



Fuente: Manual de diseño Geometrico de Carreteras – INVIAS

3.2.4.1.6 Proceso constructivo para la conformación de corredores viales

Se desarrollarán las actividades constructivas preferiblemente en época estiaje o lluvias bajas, entre los meses de diciembre y abril, para minimizar la afectación sobre las condiciones hídricas de la zona.

Las principales actividades relacionadas con la conformación de vías se enumeran a continuación y tomaran como guía lo dispuesto en las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras y las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. No se contemplan cortes o rellenos que requieran estabilización debido a la baja pendiente del terreno. Tampoco se utilizara material de préstamo para la conformación de los caminos.

a) Replanteo topográfico y localización: Referenciando en el terreno los ejes y chaflanes, así como todas las obras de arte (en caso de requerirse) de acuerdo con los planos de diseño para dar la localización exacta del proyecto. Los puntos son demarcados con estacas visibles por los operadores de la maquinaria para identificar así las áreas a intervenir en la construcción.
b) Preparación de la subrasante: Inicia con la remoción de la capa vegetal y demás material que no es apto para la conformación de la cimentación del corredor vial a intervenir.

   Consiste en la ejecución de las excavaciones y llenos necesarios para llevar el terreno a los niveles a partir de los cuales se construirá la estructura de la vía.

   La banca se debe conformar de acuerdo con las características geométricas del Proyecto mostradas en los planos, de acuerdo con el artículo 210-96 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INV y con las especificaciones referentes a “Movimiento de Tierras”, contenidas en este documento.

   En caso de que el material encontrado a nivel de subrasante contenga excesos de humedad o no sea apto para la conformación, debe utilizarse material granular u otro material que cumpla con las especificaciones de

construcción. En la ejecución de rellenos se utilizará preferiblemente material procedente de los cortes de la misma vía o cercanos a esta, si este material es apto. En caso contrario, se utilizará un material seleccionado que cumpla con la especificación indicada más adelante para la sub-base.

En las zonas donde el estudio hidráulico determine que se requiere construir un terraplén, se utilizará material pétreo extraído de canteras legalmente autorizadas y que cuenten con las pruebas de laboratorio que certifiquen que los materiales empleados en las construcciones de los terraplenes será el adecuado.

La subrasante de la banca debe escarificarse en una profundidad de 15 cm, conformarse de acuerdo con las pendientes transversales especificadas en los planos y debe compactarse hasta obtener el 95% de la densidad seca máxima, determinada según el ensayo Próctor Modificado (INV-E-142).

c) Conformación de la superficie de rodadura: Colocación y compactación de material granular seleccionado como capa de rodadura que puede consistir en crudo de río o material de afirmado tipo subbase granular, con tamaño máximo de grano o partícula que permita alcanzar densidades de mínimo el 95% de la densidad óptima obtenida en el ensayo de Próctor modificado. El material de subbase se colocará y esparcirá uniformemente en todo lo ancho de la vía en capas cuyo espesor después de compactado no sea mayor a 10 cm hasta obtener el espesor especificado.

La sub-base se compondrá de partículas duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias, para obtener el tamaño y gradación indicada en el artículo 320-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, las cuales se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3-50 Granulometría Sub-Base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)	
NORMAL (mm)	ALTERNO (Pulg)	SBG-50	SBG-38
50	2	100	-
37.5	1 1/2	70-95	100
25	1	60-90	75-95
12.5	1/2	45-75	55-85
9.5	3/8	40-70	45-75
4.75	No.4	25-55	30-60
2	No.10	15-40	20-45
425µm	No.40	6-25	8-30
75µm	No.200	2-15	2-15

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS – 2013.

Tabla 3-51 Requisitos De Los Agregados Para Sub-Base Granular Clase C

TIPO DE GRADACIÓN	DESGASTE DE LOS ANGELES	PERDIDAS EN ENSAYO DE SOLIDEZ EN		C.B.R	I.P	EQUIVALENTE DE ARENA	CONTENIDO TERRONES ARCILLA
		SULFATO DE SODIO	SULFATO DE MAGNESIO				
NORMA INV	E-218 Y E-219	E-220	E-220	E-148	E-125 y E-126	E-133	E-211
REQUISITOS	50% máx	12% máx	18% máx	30%	6	25% mín	2% máx

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS – 2013.

3.2.4.1.7 Volúmenes estimados de material para adecuación y construcción de accesos y corredores internos

Para la adecuación de vías de acceso existentes y la construcción de corredores de movilización nuevos se estiman los volúmenes que se presentan a continuación.

Adecuación de vías de acceso

Para la adecuación de accesos incluido el acceso por servidumbre hasta los sitios de torre se estima un volumen total de material granular de 10.465 m^3. Ver Tabla 3-52.

Tabla 3-52 Volumen De Agregados Para Adecuación De Accesos

ACCESO DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ADECUACIÓN	LONGITUD ADECUACIÓN (m)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m3)
Ruta 25 -Troncal de Occidente, Tramo Ponedera – Santa Rita.	16300	9	No requiere adecuación	-	-	-
Carretera Ponedera – Sabanalarga, Tramo Ponedera – Cascajal	12200	5,8	No requiere adecuación	-	-	-
Vía La Retirada – Planeta Rico, Acceso conexión con Guayepo 400MW	750	3.5	Adición localizada de afirmado 10%	75	0.15	39
Vía de acceso a las Fincas Villa Mary y Villa Otti	3380	6	Adición localizada de afirmado 20%	676	0.15	608
Camino Interno No.1 Finca Buenavista.	3390	5	Adición localizada de afirmado 10%	339	0.15	254
Camino Interno No.2 Finca Buenavista.	1750	4	Adición localizada de afirmado 10%	175	0.15	105
Vía de acceso a predio San Rafael.	150	7	Adición localizada de afirmado 20%	30	0.15	32
Vía de acceso a predios Albricias I y II.	2010	7	Adición localizada de afirmado 10%	201	0.15	211
Acceso por Servidumbre	4669	3,5	Conformación 100%	4669	0.49	9215
TOTAL	**7049**			**6165**		**10465**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Para el caso de adecuación de carreteables existentes, estos volúmenes pueden variar de acuerdo con las condiciones de las vías en el momento de la construcción.

Corredores viales nuevos

Para la conformación y construcción de los viales internos, accesos nuevos y los carriles de cambio de velocidad se estima, un volumen total de material a suministrar de 40.423 m^3 aproximadamente, transportados desde las fuentes de materiales debidamente autorizadas y conformado en el terraplén de los diferentes corredores. En la Tabla 3-53 se detallan los volúmenes para cada corredor.

Tabla 3-53 Volumen De Agregados para Corredores Internos y carriles de cambio de velocidad

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SBG-50		SBG-38		CARPETA ASFALTICA	
			ESPESOR (m)	VOL (m^3)	ESPESOR (m)	VOL (m^3)	ESPESOR (m)	VOL (m^3)
Principal 1	3.390	6	0,3	6102	0,1	2.034	-	-
Carriles de cambio de velocidad Acceso 1	365	s/Plano	0,3	605	0,18	363	0.07	141
Principal 2	1.750	6	0,3	3150	0,1	1.050		
Carriles de cambio de velocidad Acceso 2	366	s/Plano	0,3	612	0,18	367	0.07	143
Corredores Internos	16.050	3	0,3	14.445	0.1	4.815		
SUBTOTALES (m^3)				**24.914**		**8.629**		**284**
TOTAL (m^3)						**33.827**		

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2 Infraestructura de generación de energía – Parque Solar Fotovoltaico

El Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III es un proyecto de generación de energía eléctrica con una potencia instalada de 200 MW, se conectará a la línea de evacuación del proyecto licenciado[5] "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***" que a su vez realiza la evacuación de potencia en la subestación de interconexión de Sabanalarga, del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

En la Tabla 3-54. se presenta una estimación de la energía que producirá la instalación en los diferentes puntos de la instalación:

- Antes de llegar al inversor: Esta representa la energía en corriente continua generada por los paneles.
- A la salida del inversor: Esta representa la energía en corriente alterna que producirían los inversores, sería la energía bruta producido por el parque solar.
- En el punto de conexión: Esta representa la energía aproximada que evacuará a la red, es decir, la energía neta que generaría.

[5] *Resolución 00981 de 8 de junio de 2021*

El parque generará aproximadamente 570.739MWh al año como se detalla en la Tabla 3-54.

Tabla 3-54 Generación promedio

Mes	Generación paneles	Generación bruta	Generación neta	Potencia Paneles	Potencia Bruta	Potencia Neta
	(MWh/mes)	(MWh/mes)	(MWh/mes)	(MW/mes)	(MW/mes)	(MW/mes)
Ene	53.752	53.020	52.408	217	214	211
Feb	51.772	51.060	50.459	231	228	225
Mar	55.599	54.837	54.193	224	221	219
Abr	46.547	45.913	45.371	194	191	189
May	45.958	45.333	44.794	185	183	181
Jun	47.221	46.582	46.041	197	194	192
Jul	50.324	49.639	49.057	203	200	198
Ago	52.124	51.413	50.809	210	207	205
Sep	45.353	44.732	44.198	189	186	184
Oct	43.443	42.853	42.340	175	173	171
Nov	48.481	47.824	47.265	202	199	197
Dic	44.916	44.316	43.804	181	179	177
Anual	**(MWh/año)**	**(MWh/año)**	**(MWh/año)**	**(MW/año)**	**(MW/año)**	**(MW/año)**
	585.488	**577.523**	**570.739**	**201**	**198**	**195**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

El diseño definitivo del parque se muestra en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0058- LOGP.

El Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III tendrá una extensión de 651,97 hectáreas, constará de 500.052 módulos o paneles dispuestos sobre seguidores que los hacen estar siempre perpendicular al sol y permiten optimizar la producción de energía. Se organizarán en filas de 42 módulos x 2, con un total de 5.953 seguidores separados 11,6m entre ellos. El parque contará con 32 centros de transformación. En la Tabla 3-55 se resumen los datos generales de la planta.

Tabla 3-55 Ficha General del proyecto

ingenostrum. Executing your renewable vision

guayepo solar III el sol que genera energía

PROYECTO	Guayepo III		
CONFIGURACIÓN GENERAL			
Total Potencia Nominal	*200,00 MWn*	Total Módulos	*500.052 Ud*
Total Potencia Pico	*270,00 MWp*	Total Seguidores	*5.953 Ud*
Ratio Wp/Wn	*1,35*	Total Inversores	*64 Ud*
		Total Centros Transformación SKID	*32 Ud*
CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIZACIÓN			
LOCALIZACIÓN		**PENDIENTES DEL TERRENO**	
Localización	*Atlántico*	Area a licenciar	*653,48 ha*
País	*Colombia*		
Lat / Long			
Altitud	*20 msnm*		
DATOS METEOROLÓGICOS		**PRODUCCIÓN**	
GHI	1.836 kWh/m2	YIELD	*2.084 kWh/kWp*
Temp	*28,27*	Factor de Planta	*23,790 %*
Temp Max/Min	-	Energía Bruta	*534,275 GWh/año*
Fuente	*SolarGis*	Energía Neta	*521,017 GWh/año*
CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS			
MÓDULO FV		**ESTRUCTURA**	
Fabricante	*Longi Solar*	Fabricante	*SOLTEC*
Modelo	*LR5-72HBD-540M*	Modelo	*SF7 2X42*
Tecnología	*Mono-c Si.*	Tipo	*Horizontal 1 Eje*
Potencia pico	*540 Wp*	Pitch	*11,6*
Voltaje Max	*1.500 V.*	Fila	*84*
CAJA DE STRING		**INVERSOR**	
Entradas	*24*	Fabricante	*SUNGROW*
Voltaje Max	*1.500 Vdc.*	Modelo	*SUNGROW SG3125HV-30*
Fusibles	*15 A.*	Potencia nominal	*3125 kVA @ 50 °C*
Aislamiento	*IP65*	Rango MPPT	*875 – 1300 V*
Intensidad Max	*400 A*	Voltaje Max	*1.500 Vdc.*
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		**CABLEADO ELÉCTRICO**	
Potencia AC	*2 x 3125 kVA*	Cable de String	*6 mm2, Cu.*
Num. inversores	*64*	Cable DC	*XLPE, Al*
Num. transform.	*32*	*Secciones*	630 mm2.
Ratio Transf.	*0,6 kV / 33 kV*	Cable MT	*XLPE, Cu*
Servicio	*SKID*	*Secciones*	50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500 mm2.

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-56 Cuadro De Áreas De Ocupación De Superficie Parque Solar Fotovoltaico Guayepo

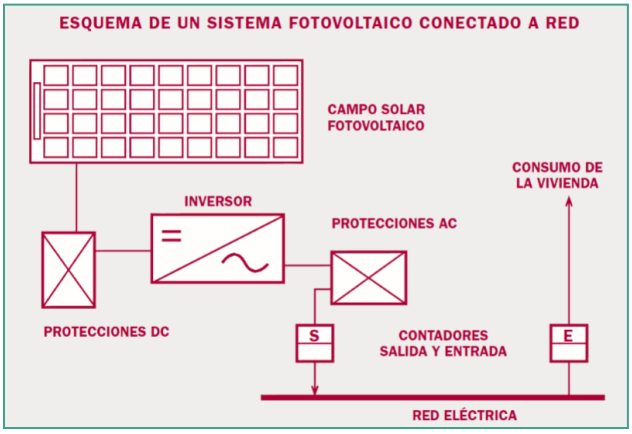
ÁREA INTERVENCIÓN	
TIPO INFRAESTRUCTURA	**ÁREA (Ha)**
Grupo de Inversores	440,84
Zonas de acopio	14,40
Zona de disposición de Materiales	8,47
Vías Internas	7,96
Centros de transformación	4,34
Campamento	3,80
Drenaje camino existente	3,75
Zanjas MT	3,05
Subestación Elevadora El Uvero	1,33
Área de trabajo carriles cambio de velocidad	0,77
Ocupación de Cauce	0,08
Estructura de entrega	0,01
SUBTOTAL	**488,80**
Áreas libres/ verdes	163,17
TOTAL	**651,97**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2.1 Componentes del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo

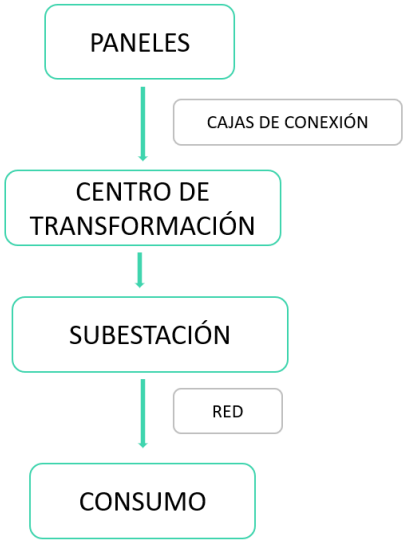
A continuación, se describen las especificaciones de los equipos que componen el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III. En la Figura 3.39 se muestra el esquema típico de un parque fotovoltaico conectado a la red y en la Figura 3.40 el diagrama de flujo de un parque fotovoltaico conectado a la red.

Figura 3.39 Esquema De Parque Fotovoltaico Conectado A la Red.



Fuente: Nicolas-Apruzzese, Joan (2008). Universitat Politècnica de Catalunya

Figura 3.40 Diagrama De Flujo de Parque Fotovoltaico Conectado A la Red



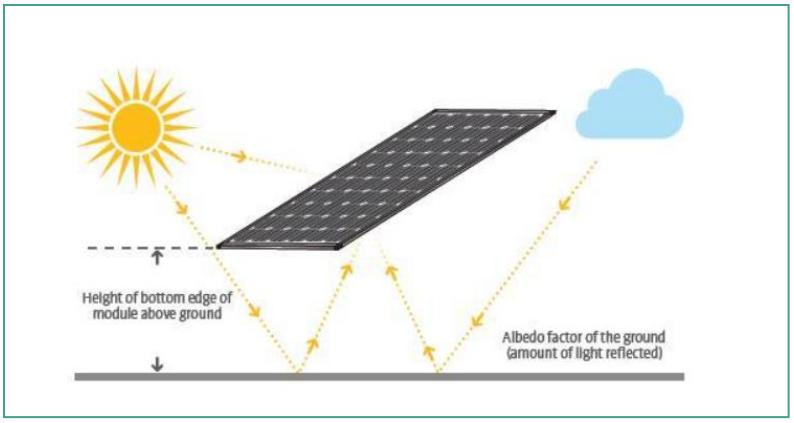
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2.1.1 Generador fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos bifaciales utilizados para la elaboración de los estudios del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III son el modelo LR5-72HBD-540M de Longi Solar de 144 células con tecnología Bifacial de 540Wp. Esta tecnología consiste en dos capas de células fotovoltaicas. La situada en la parte superior tiene como objetivo la captación de la irradiación solar de manera directa, mientras que

la capa situada en la parte inferior es la encargada de captar la irradiación difusa que refleja sobre la superficie en la que están situados los módulos.

Figura 3.41 Tecnología Superficial Del Módulo PERC

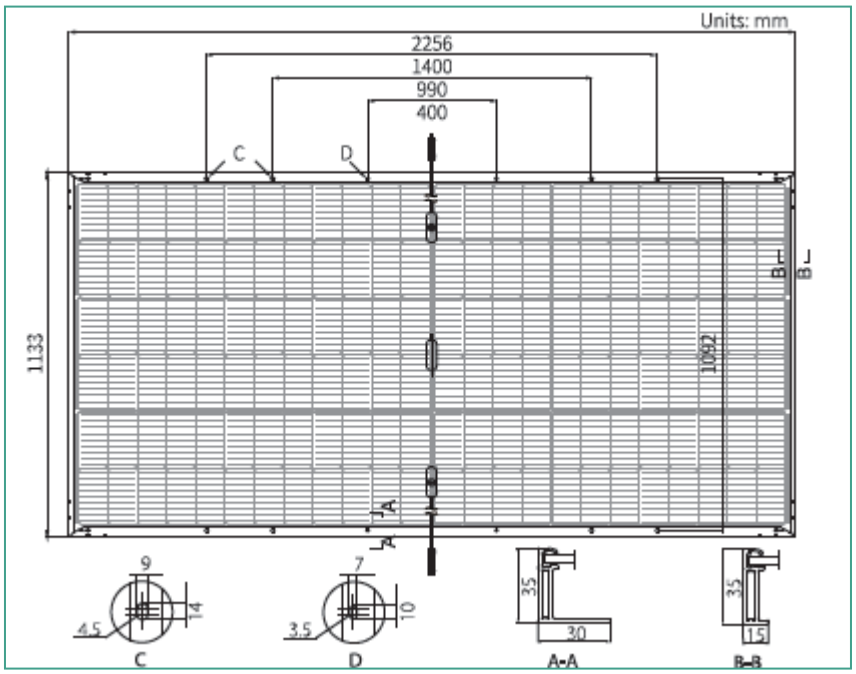


Fuente: DS New Energy - dsisolar.com

La cara expuesta al sol tiene las siguientes características generales:

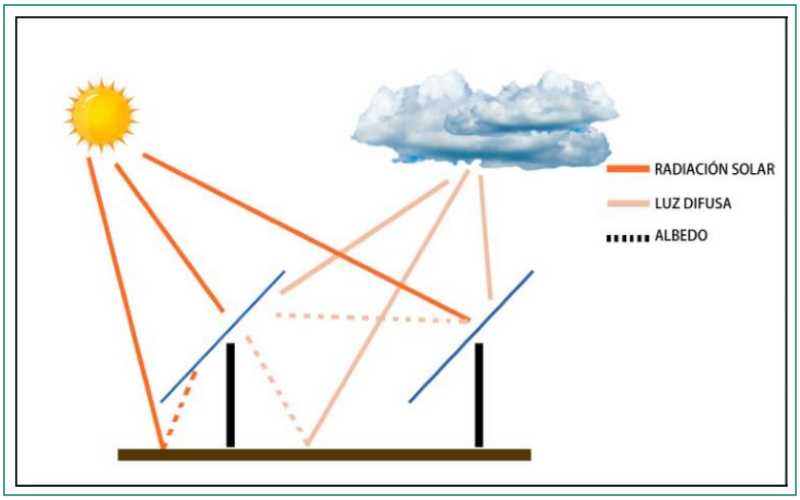
- Potencia: 540 Wp
- Tensión en el punto P_{max} (V_{MPP}): 41,65 V
- Corriente en punto P_{max} (I_{MPP}): 12,97 A
- Tensión en circuito abierto (V_{OC}): 49,50 V
- Corriente de cortocircuito (I_{SC}): 13,85 A
- Tensión máxima del sistema (V_{DC}): 1.500 V
- Eficiencia del módulo (η): 21,1 %
- Peso: 32,3 kg
- Tipo de celda: Monocristalina
- Dimensiones: 2256x1133x35 mm
- Marco: Aleación de aluminio anodizado
- Caja de unión: IP68
- Cables de salida: TÜV 1x4.0mm^2

Figura 3.42 Características Del Panel Fotovoltaico.



Fuente: Longi Solar, 2021

Figura 3.43 Distribución De La Radiación Solar En Panel PERC



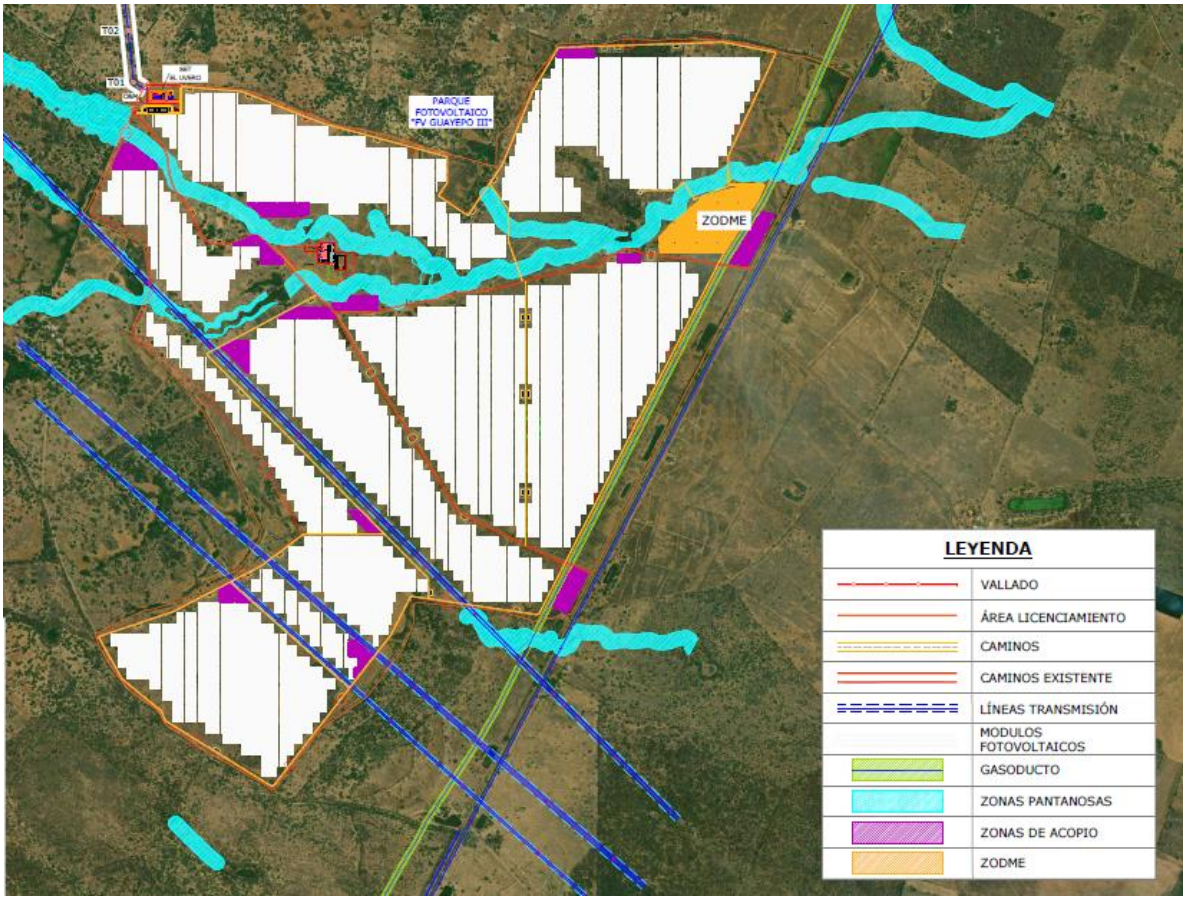
Fuente: https://www.cambioenergetico.com

En la práctica, los módulos fotovoltaicos se asocian en serie, formando “strings” de paneles PV hasta alcanzar la tensión de generación deseada y en paralelo para conseguir las corrientes de operación de fácil manejo.

En el momento de la construcción del parque se instalará este módulo o alguno con características similares.

La distribución de los paneles en el área de implantación se muestra en la Figura 3.44 y el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0058- LOGP.

Figura 3.44 Distribución de paneles



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

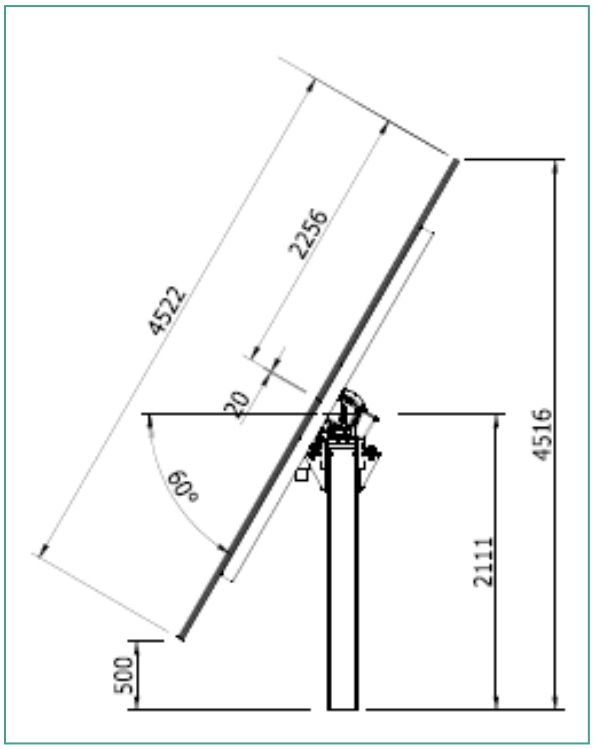
3.2.4.2.1.2 Estructura de soporte y seguidores

La tipología de seguidor que se instalará es de estructura fija soportada por perfiles metálicos hincados directamente sobre el suelo, que no requiere movimientos de tierras o explanaciones. Se ha considerado el modelo 2x42 con 84 módulos por tracker.

Para evitar las pérdidas por sombreado, la separación entre los seguidores (pitch) en la instalación será de 11,6 m. El sistema de backtracking evita la proyección de sombras de una fila del seguidor sobre otra, calculando el ángulo óptimo de giro en cada momento para evitar este fenómeno.

En la Figura 3.46 mostrada a continuación se representa la configuración de la estructura de 2x42 módulos.

Figura 3.45 Detalle Seguidor



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.46 Configuración Del Seguidor.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Las principales características del seguidor son:

- Perfecta adaptabilidad del sistema tanto a las dimensiones del terreno como a la geometría del panel e instalación eléctrica.
- Mínima obra civil debido a la mínima sección de los pilares.
- En cada obra se aporta un estudio energético con la ganancia del seguidor según la ubicación geográfica del mismo. Esta ganancia oscila para este tipo de seguidores entre un 28% y un 38%.
- Debido a la sencillez de sus elementos, se necesitan recursos básicos auxiliares para su montaje, facilitando así su manejo.
- El mantenimiento se reduce a la conservación de los rodamientos y revisión del conjunto motor-actuador lineal, ambos sistemas son extremadamente simples lo que reduce considerablemente las labores de mantenimiento.
- En el supuesto que se averíe el conjunto motor-actuador lineal, responsable del movimiento del seguidor, el sistema puede continuar produciendo electricidad como si fuese un sistema de estructura fijo.
- La durabilidad de estos elementos debido al tratamiento de galvanización en caliente según UNE EN-ISO 1461, tanto de la totalidad de los elementos como del 100% de la tornillería aseguran un excelente comportamiento a la intemperie aún en ambientes agresivos.

3.2.4.2.1.3 Cajas de conexión o cajas de string

Estas cajas agruparán un conjunto de series que estarán protegidas en el polo positivo por fusible de 16 A y 1.500 VDC, que serán agrupadas en las cajas de nivel 1. Estas cajas estarán provistas de descargador de sobretensiones tipo II y de un interruptor de corte en carga. Esta protección se considerará lo suficientemente sobredimensionada para que el efecto de temperatura, que reduce su rango de funcionamiento, no afecte a las pérdidas por efecto Joule ni a los disparos intempestivos.

Las cajas de Agrupación Primaria, Cajas de Strings, serán de Poliéster de doble aislamiento, con grado de protección mínima IP65 para trabajar a la intemperie en condiciones severas de temperatura, radiación solar y humedad. Ver Figura 3.47.

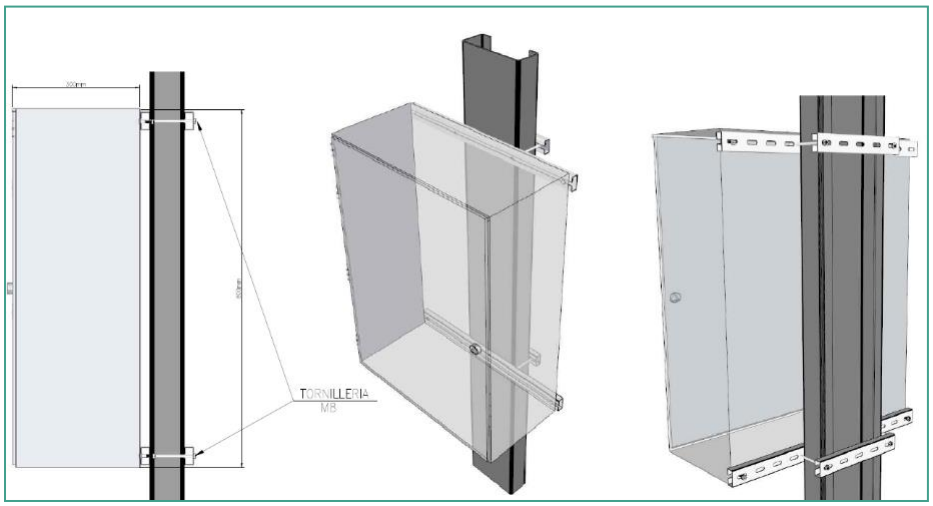
Se ha planteado que el soporte de la caja de string se realice sobre el último apoyo de la estructura mediante un amarre consistente en abrazaderas para evitar la perforación de los perfiles en campo, y de esta forma evitar pérdidas de calidad de la estructura por puntos calientes. Ver Figura 3.48.

Figura 3.47 Ejemplo De Caja De String.



Fuente: SANTERNO Enertronica Group.

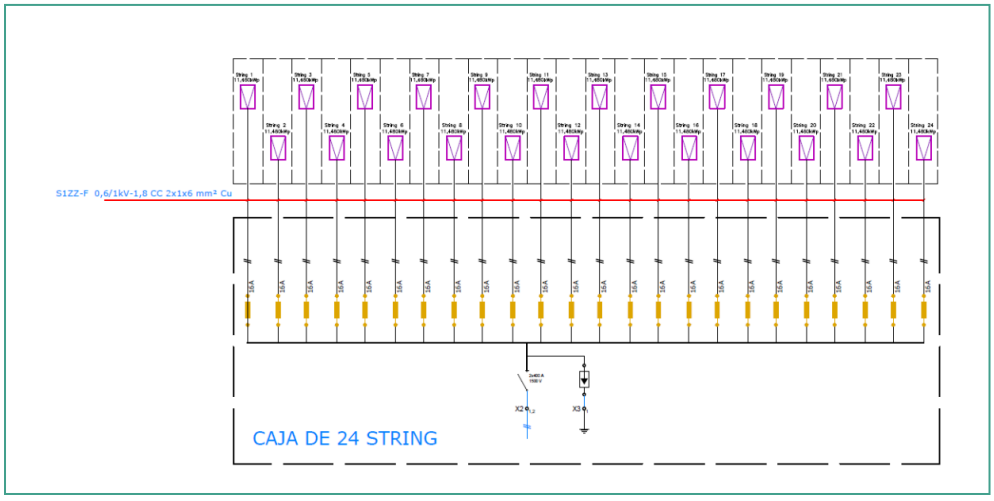
Figura 3.48 Fijación De La Caja De String A La Estructura.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

En su interior se alojarán tantas bases de fusibles como sean necesarias para la conexión de strings, según el caso. Como máximo, la configuración de cajas de Strings serán de 24 Strings como se observa en la Figura 3.49.

Figura 3.49 Esquema Eléctrico Caja String.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

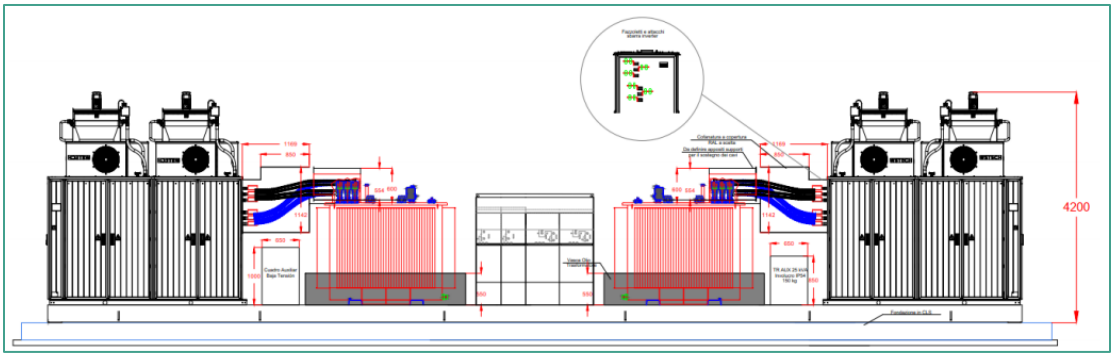
3.2.4.2.1.4 Centro de Transformación - CT

El Parque Solar Guayepo III estará conectado a la red a través de un centro de transformación de 6.250 kVA de instalación en superficie y maniobra exterior. El CT, modelo incluirá:

- Equipo Inversor:
    - 2 unidades x 3.125 kVA = 6.250 kVA
- Transformador de Potencia:
    - 1 unidad x 6.250 kVA = 6.250 kVA (0,60/33 kV)
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros de agrupación CC
- Cuadro auxiliar de BT
- UPS local
- Cuadro de monitorización
- Transformador para servicios auxiliares

Cumpliendo las indicaciones dadas por el fabricante del contenedor.

Figura 3.50 Esquema Típico Centro De Transformación



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

En el momento de la construcción del parque se instalarán 32 de estos centros de transformación u otros de características similares anteriormente descritas.

3.2.4.2.1.4.1 Inversor

El inversor que será utilizado tendrá las siguientes características o similares.

- Rendimiento máximo: 98,7 %
- Grado de Protección: IP54
- DC Inputs
- Rango de Tensión MPPT: 875 - 1300 V

- Tensión máxima entrada: 1.500 VDC
- Potencia nominal de CA: 3.125 kW
- Tensión de salida V_{AC}: 600 V
- Nº de fases: 3 (L1, L2, L3, PE)
- Frecuencia de red de CA/rango: 60 Hz

3.2.4.2.1.4.2 Transformador de potencia

La electricidad producida por el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III es de baja tensión y para inyectarla a la red, es necesario elevarla a media tensión, por este motivo es necesario incorporar un transformador al sistema.

Cada centro de transformación dispondrá de uno o dos transformadores, de 3.125 kVA de 33/0,6 kV encapsulado en aceite.

Sus principales características son:

- Potencia Nominal: 3.125 kVA
- Aislamiento: Aceite.
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Tensión de primario: 3x600V
- Tensión secundaria: 3x33.000 V ± 2,5%

3.2.4.2.1.4.3 Celdas de Media Tensión

Las celdas de Media Tensión empleadas en el proyecto serán del tipo modulares aisladas en SF6, sumando en cada CT dos (2) celdas de línea y dos (2) de protección con interruptor automático para el transformador. En la Figura 3.51 se muestran las celdas de Media tensión y en la Figura 3.52 el esquema unifilar.

El conjunto compacto empleado tendrá las siguientes características principales:

- Tensión asignada U_r: 36 kV
- Frecuencia asignada f_r: 50-60 Hz

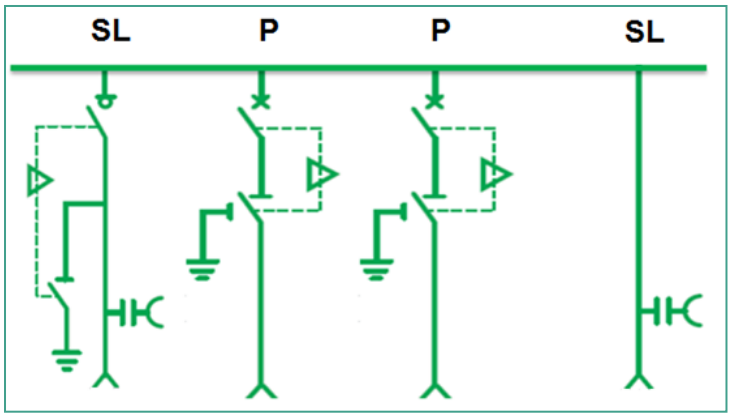
- Tensión de impulso tipo rayo: 170 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 70 kV
- Corriente nominal barras: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1seg: 20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40 kA

Figura 3.51 Celdas Modulares De MT.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.52 Esquema Unifilar Celdas De MT.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2.1.4.4 Integración

El Centro de transformación estará completamente integrado e interconectado interiormente para el correcto funcionamiento de todos los equipos instalados. Dispondrá de:

- Separación física entre BT, MT
- Sistema protección por temperatura de transformador
- Ventilación forzada para los distintos habitáculos (BT, MT)
- Cuadro de SSAA Auxiliares
- Transformador de SSAA:
- Cuadro General de Protección de Baja Tensión entre inversor y transformador
- Herrajes
- Tierras interiores

3.2.4.2.1.5 Contador de energía y protecciones de interconexión

La generación de electricidad se mide mediante contadores bidireccionales de producción y autoconsumo. El autoconsumo es muy bajo gracias al régimen de switch-off de los convertidores durante la noche.

3.2.4.2.1.6 Instalación Eléctrica

Circuito de baja tensión (BT)

El circuito de BT consiste principalmente del cableado de BT y de las cajas de nivel 1 encargadas de agrupar la salida de los strings llevándolos al inversor y de éste al transformador.

El circuito consta de una parte en corriente continua (DC) que comienza en los módulos y acaba en la entrada del inversor, previo paso por las cajas de nivel 1; y de una parte en corriente alterna (AC), que conecta los inversores con los transformadores en donde la tensión se eleva a 33 kV.

Circuito de media tensión (MT)

Los circuitos de MT se conectarán en líneas a una tensión de 33 kV con los centros de inversores y la subestación de planta. Los circuitos de MT consisten en quince (15) circuitos que interconectan los Centro de Transformación con las celdas de protección situadas en la subestación de planta.

El cableado será de aluminio del nivel de tensión adecuado al nivel de distribución (18/30 kV) y aislamiento en XLPE. Cumplirá con todas las especificaciones detalladas en la normativa internacional, además de los requerimientos incluidos en Normativa sobre líneas de alta tensión y aquellos requisitos locales.

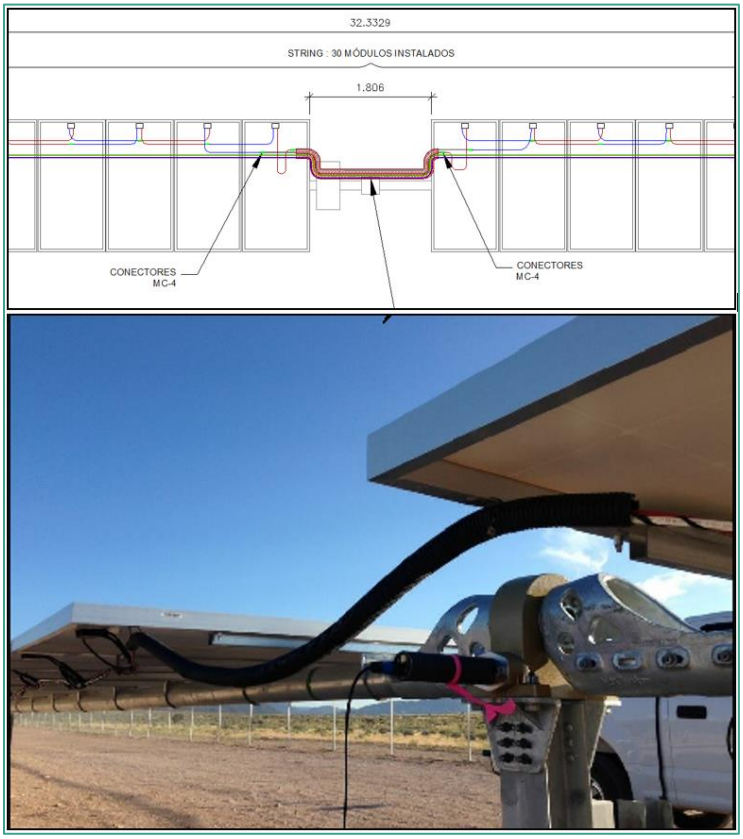
El cableado que conecta los centros de transformación se instalará enterrado

Cableado

Los cables utilizados cumplirán con la Normativa vigente, en cuanto a aislamiento y grado de protección. El cableado se divide en dos (2) tipos descritos a continuación.

- **Cableado de Corriente Continúa**: Este cableado se desplazará de forma integrada a la estructura del soporte, desde los paneles hasta la caja de agrupación. Desde la caja de agrupación irán soterrados hasta el inversor. El cable de solar será ZZ-F 0,6/1kV-1,8 kVcc Cu 2x1x6mm^2 o similar y el cable desde las cajas de agrupación hasta los inversores será TOPSOLAR PV Al 1500 V 1x400mm^2 o similar.
- **Cableado de Corriente Alterna**: La distribución en baja tensión alterna se realizará disponiendo tramos desde los inversores hacia los transformadores y desde los transformadores hacia la subestación, donde sale una línea aérea de evacuación. El cable que se instalará será XLPE Aluminio 35 KV con secciones variables, entre 240 mm^2 y 630 mm^2.

Figura 3.53 Cableado Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2.1.7 Zanjas

La zanja que va a recibir el cableado será lisa y estará libre de aristas, cantos, piedras, etc. Se dispondrá de una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de tierra procedente de la excavación de 97,5 cm. de espesor. Ambas capas cubrirán el ancho total de la zanja. Por último, se colocará una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico para baja tensión.

La profundidad de enterramiento de los ductos, tomada desde la superficie superior del suelo terminado hasta la parte superior del conductor, no será menor a los valores de la Tabla 3-57.

Tabla 3-57 Profundidad De Los Ductos

TENSIÓN FASE-FASE (V)	PROFUNDIDAD DUCTO (m)	PROFUNDIDAD CONDUCTOR ENTERRAMIENTO DIRECTO (m)
Alumbrado público	0,50	0,50
0 a 600	0,60	0,60
601 a 34500	0,75	0,95
34501 a 57500	1,00	1,20

Fuente: RETIE 2008

El ancho de la zanja dependerá del número de conductores que contenga. Se conservarán, como mínimo, 0,15 m entre la pared de la excavación y el borde lateral del conductor y 0,125 m entre conductores. El tendido máximo de conductores horizontales será de 8 circuitos. Por lo general existen numerosas variantes en la disposición de elementos dentro de las zanjas, hay zanjas con los cables tendido, hay canalizaciones con tubo corrugado para mayor protección de los conductores, hay cables de FO entubados, dependiendo de estas configuraciones pueden variar las dimensiones de la zanja.

Para el uso de banco de conductores se tendrá en cuenta en primer lugar los niveles de tensión, siendo el nivel de tensión más alto el que se disponga en la parte inferior del banco de conductores, adicionalmente la utilización del banco se hará desde el tendido más bajo hacia arriba.

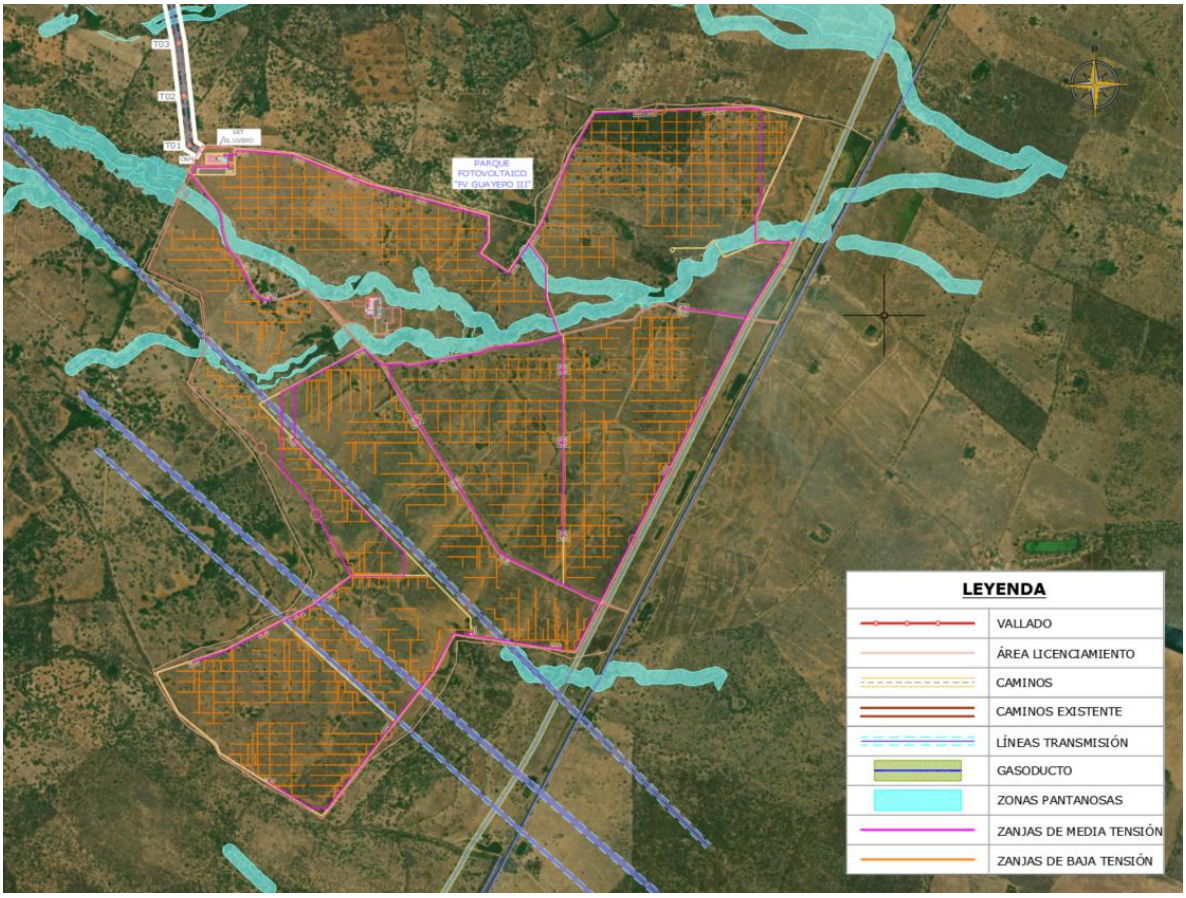
Los conductores se dispondrán de tal manera que los ejes verticales de los conductores estén desplazados respecto al eje del tendido superior, guardando una separación mínima de 0,10m. entre cada tendido de ductos.

En la Figura 3.56, Figura 3.57 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0054-SEZT se ilustran las secciones típicas de zanjas, tanto de baja tensión - BT como de media tensión – MT.

En respuesta al requerimiento 3 literal b), el cuál cita **" *b) Incluir la longitud y ubicación conceptual de las zanjas para la instalación de cableado de baja y media tensión y conforme a esto verificar los movimientos de tierra asociados a dicha actividad.*** Se presenta en la Figura 3.55 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0069-BTMT_Zanjas BT y MT el

trazado conceptual de las zanjas de baja y media tensión, en la Tabla 3-58 la longitud estimada de zanjas a construir y en el numeral 3.2.4.2.2.3 Apertura de zanjas e instalación de cableado el volumen asociado a la apertura de zanjas.

Figura 3.54 Sección Típica Zanja BT y MT



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-58 Longitud Zanjas BT y MT

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)
Zanja baja tensión	128.530
Zanja media tensión	17.733
Total	146.263

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

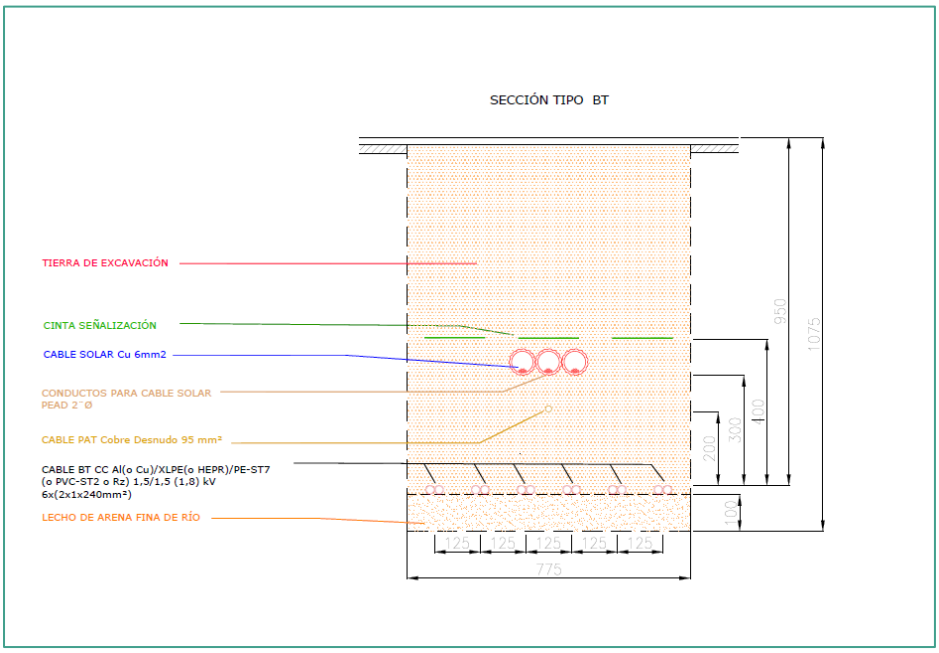
En las canalizaciones entubadas es conveniente dejar arquetas de registro de tramos cortos para tener fácil acceso en las operaciones de mantenimiento y reparación. Estas arquetas podrán ser prefabricadas y deben contar con tapas.

Figura 3.55 Arqueta De Registro



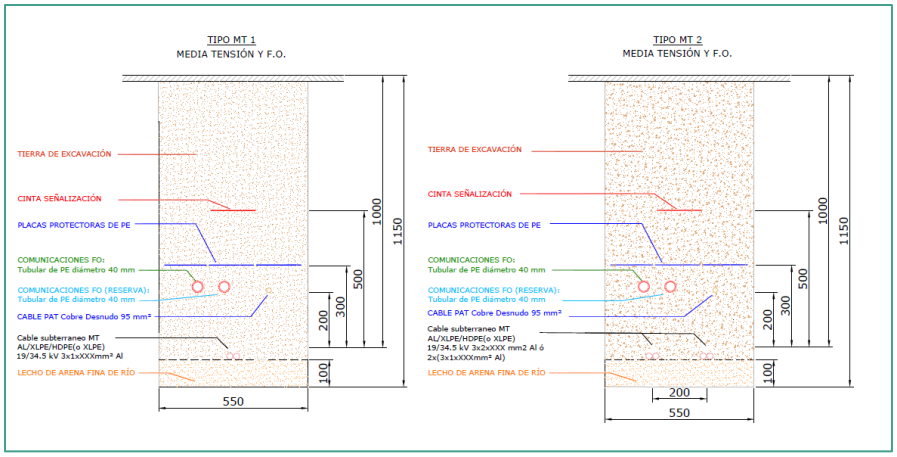
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.56 Sección Típica Zanja BT

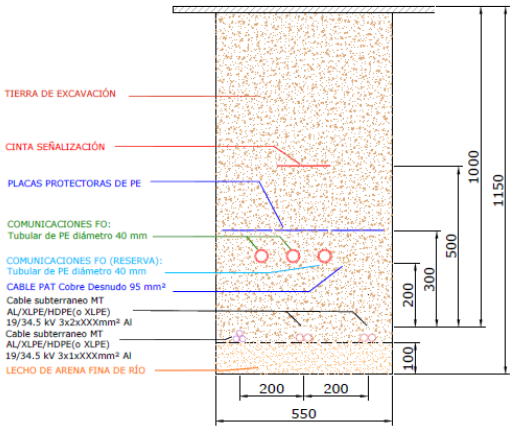


Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

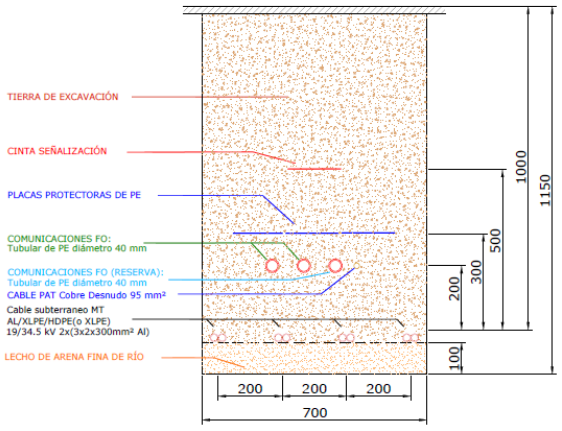
Figura 3.57 Secciones Típicas Zanjas MT



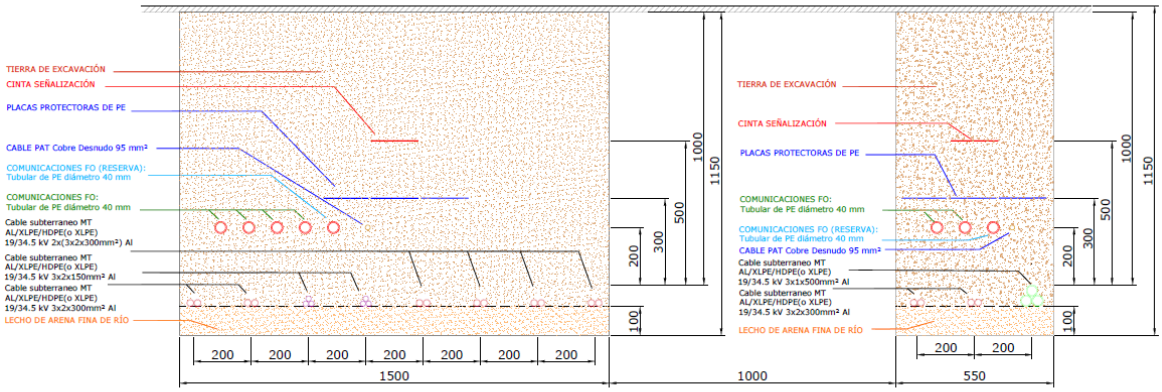
TIPO MT 3
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



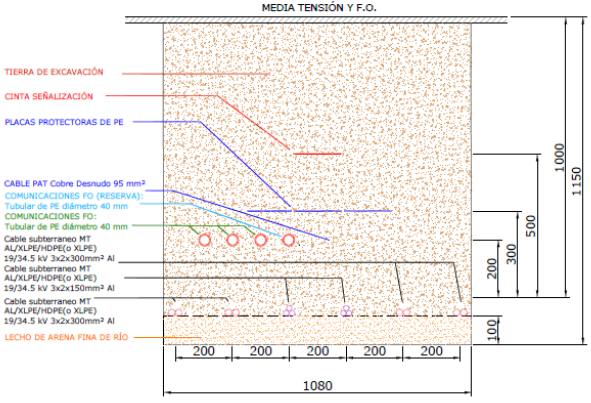
TIPO MT 4
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



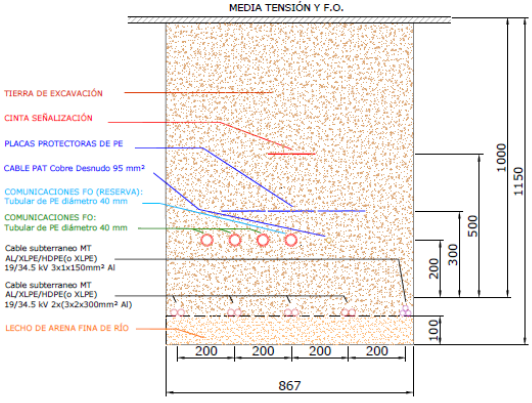
TIPO MT 5
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



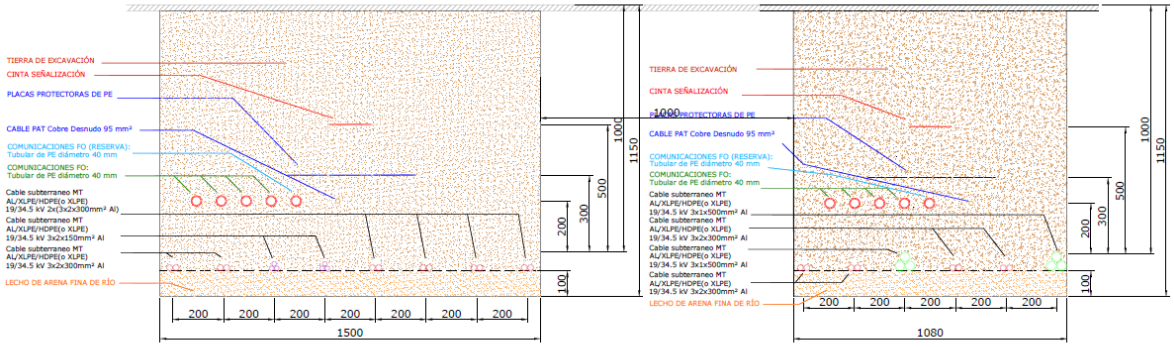
TIPO MT 6
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



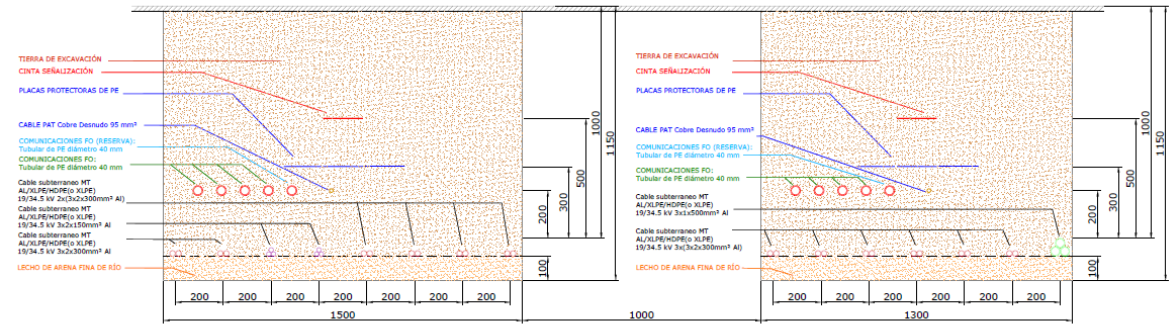
TIPO MT 7
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



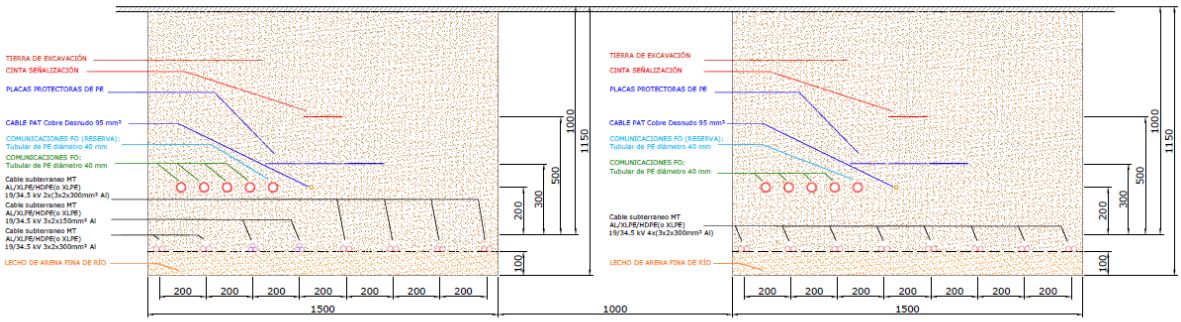
TIPO MT 8
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



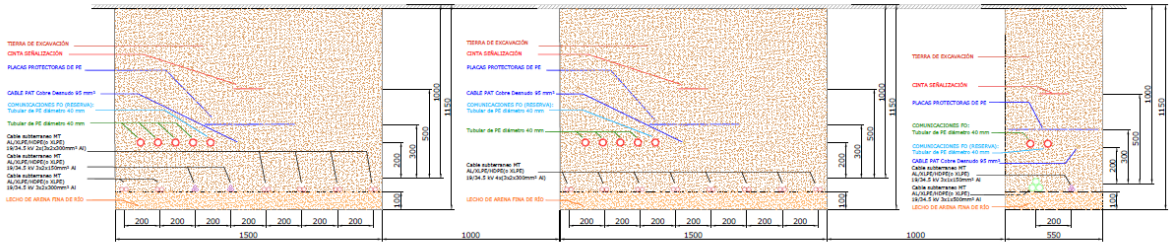
TIPO MT 9
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



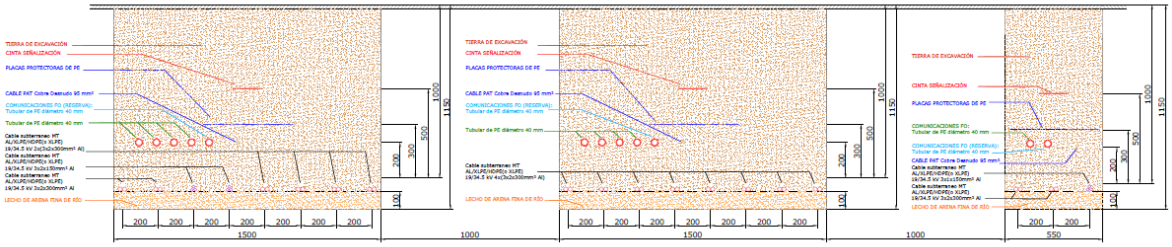
TIPO MT 10
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



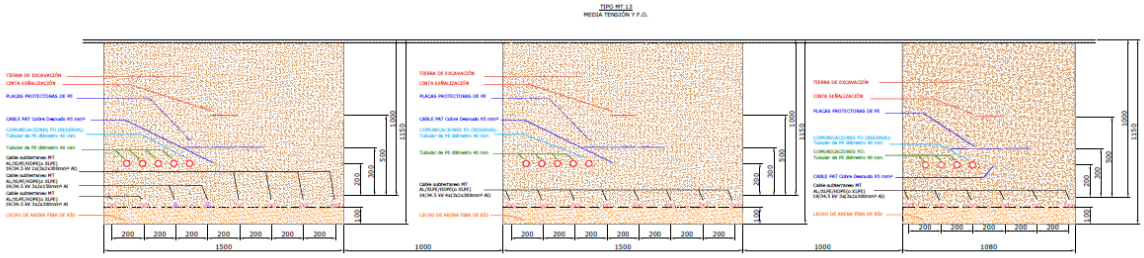
TIPO MT 11
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



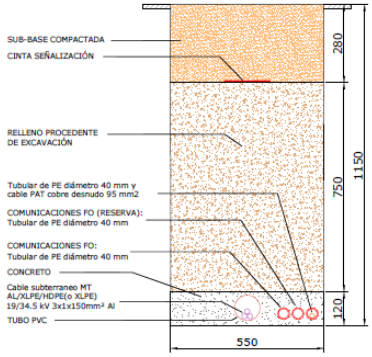
TIPO MT 12
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



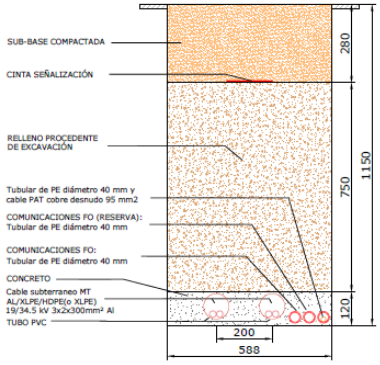
TIPO MT 13
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



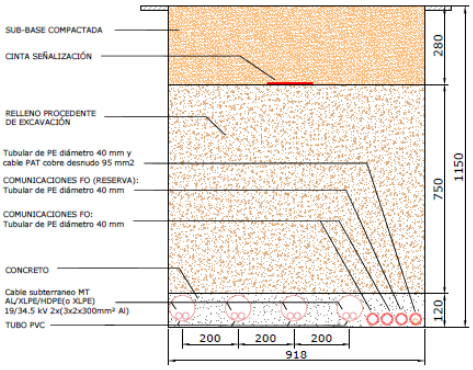
CRUZAMIENTO CON CAMINO TIPO 1
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



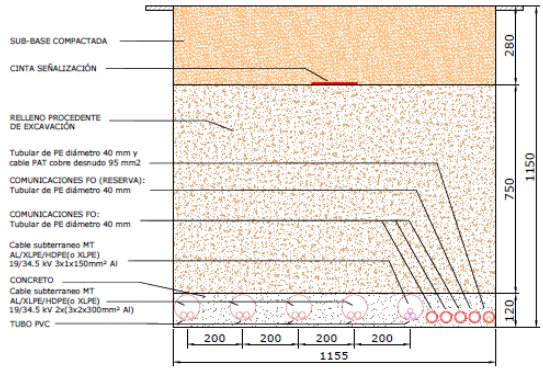
CRUZAMIENTO CON CAMINO TIPO 2
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



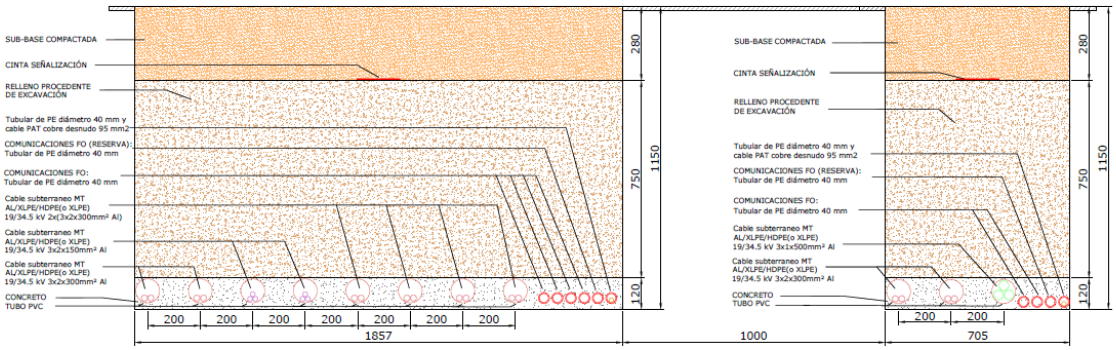
CRUZAMIENTO CON CAMINO TIPO 3
MEDIA TENSIÓN Y F.O.

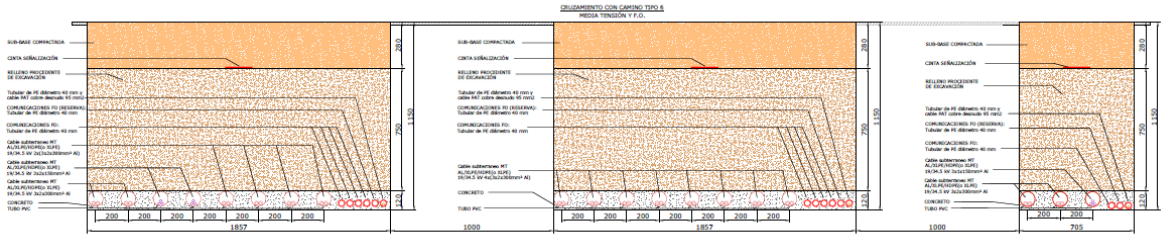


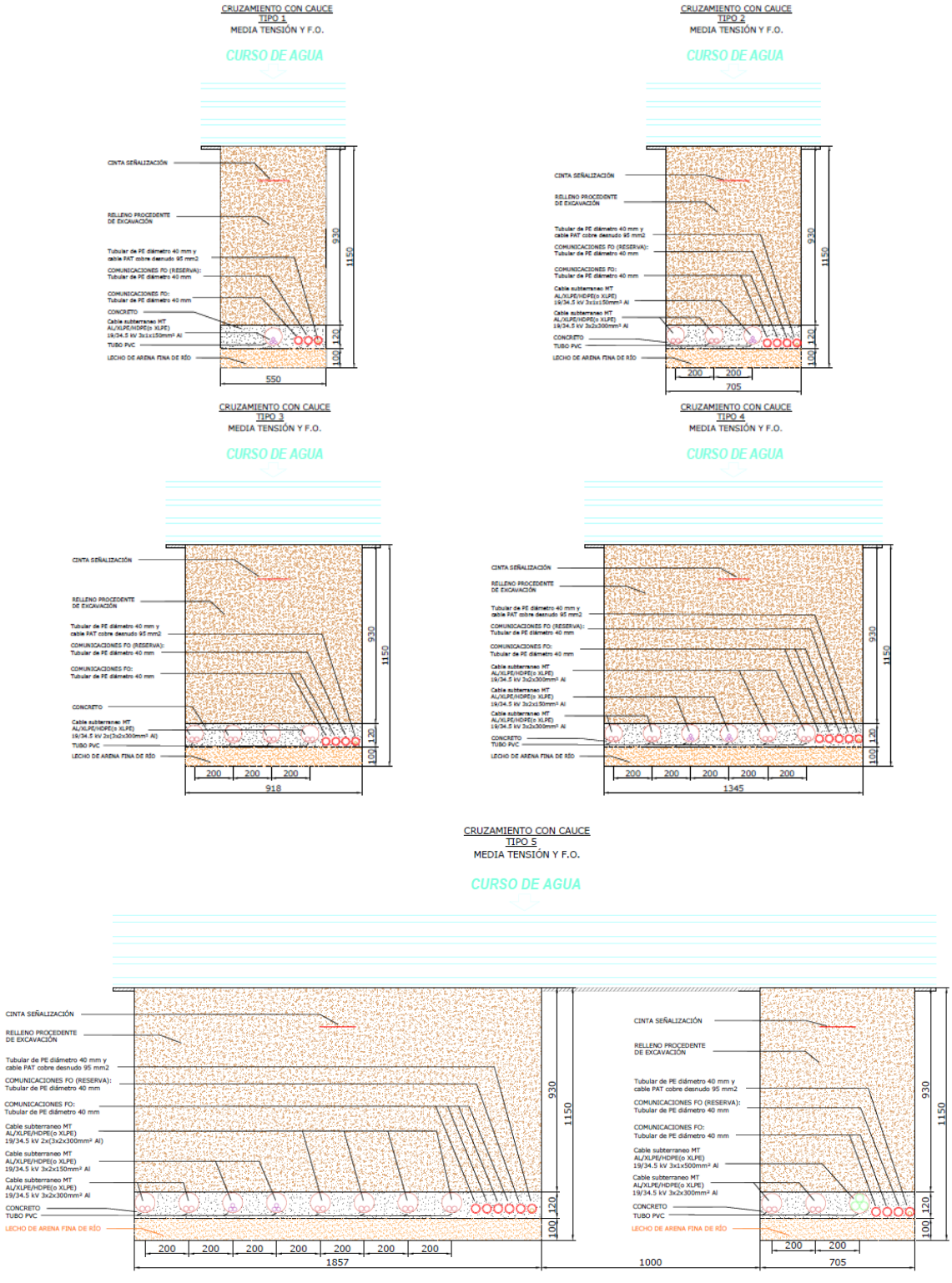
CRUZAMIENTO CON CAMINO TIPO 4
MEDIA TENSIÓN Y F.O.



CRUZAMIENTO CON CAMINO TIPO 5
MEDIA TENSIÓN Y F.O.







Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2.1.8 Cimentación Centros de Transformación

Se prevé un área aproximada de la plataforma del centro de transformación de 37,3 m^2, cimentada sobre losa maciza con espesor de 30 cm. La cimentación será construida en concreto reforzado, con las resistencias y detalles indicados en los diseños y planos de detalle. Para la plataforma se consideran las especificaciones de la Tabla 3-59.

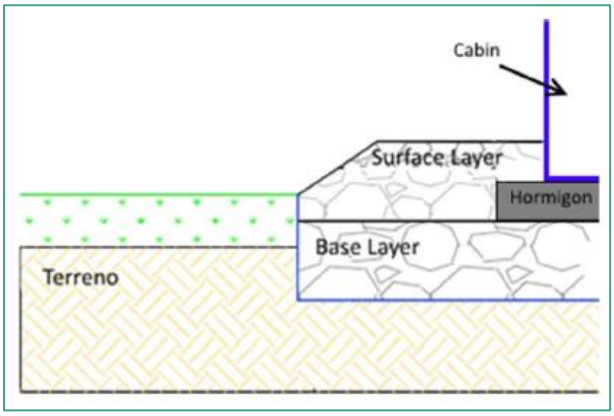
Tabla 3-59 Estructura Cimentación Centros De Transformación

CAPA	DESCRIPCIÓN
Subrasante	Descapote. Compactación para alcanzar módulo de deformación Md=300Kg/cm2.
Capa Base	Material con diámetro máximo de 70mm. SBG-50 Compactación para alcanzar módulo de deformación Md=800Kg/cm2. *Espesor de la capa 20 cm mínimo.
Concreto	Losa de concreto reforzado *Espesor de la losa depende de las cargas y el nivel final de la Cabina.
Capa Superficial	Material con diámetro máximo de 30mm. SBG-38 Compactación para alcanzar módulo de deformación Md=1.000Kg/cm2. *Espesor de la capa 10 cm mínimo por arriba del concreto y en una plataforma de mínimo 1,5 m alrededor de toda la Cabina para acceder a las puertas de la Cabina.

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Los cimientos de la plataforma del inversor tendrán una pendiente mínima que permita la evacuación del agua de la losa y de igual forma evitar la erosión o la acumulación de agua.

Figura 3.58 Detalle Cimentación CT



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2020.

El terreno donde se construya la losa de cimentación debe contar con las siguientes características:

- El terreno debe estar seco, compactado y homogéneo.
- No se instalará el centro de transformación en terrenos inundables.
- El terreno deberá estar provisto de sistemas de drenaje, especialmente en emplazamientos caracterizados por un alto nivel freático y/o fuertes precipitaciones.
- Se recomienda que el terreno no supere el nivel de la cimentación.

3.2.4.2.1.9 Puesta a tierra

El conductor de puesta a tierra horizontal y directamente enterrado será debidamente dimensionado. Este conductor será la única conexión equipotencial entre todas las partes metálicas de las instalaciones. Recogerá todos los cables de puesta a tierra procedentes de:

- Las estructuras metálicas de los seguidores
    - Entre los seguidores
    - Entre el seguidor y el cable de cobre desnudo de tierra
- Los dispositivos de protección contra sobretensiones en las cajas de string.
- Puesta a tierra de las unidades conversoras.
- Red de puesta a tierra de la subestación.

El trazado de la puesta a tierra se realizará para evitar tensiones peligrosas de contacto y de paso en cualquier parte de la planta, y para asegurar que dicha tensión esté por debajo de los límites permitidos.

Siempre que sea posible, el conductor de puesta a tierra de la planta se instalará dentro de las zanjas de los cables de BT y MT asegurando las distancias de acuerdo con las normas y leyes locales. Sin embargo, se podrán realizar nuevas zanjas para satisfacer un estudio adecuado del sistema de puesta a tierra. Si no es explícitamente necesario por el resultado de tensiones de contacto y de paso peligrosas, no se requiere un anillo perimetral de puesta a tierra de la planta fotovoltaica.

Sin embargo, cada seguidor o estructura metálica se conectará a la red equipotencial al menos en 2 puntos, para garantizar la seguridad de la fiabilidad del sistema N-1.

Se deberá llevar a cabo las medidas de puesta a tierra adecuadas y preparar el informe de cálculo de puesta a tierra, de acuerdo con las leyes y normas locales aplicables. Las medidas se llevarán a cabo teniendo en cuenta todo el sistema de puesta a tierra.

La toma de tierra de cada zona relevante estará equipada con al menos dos puntos de conexión para cada lado de la zona para enlazar las siguientes tomas de tierra adyacentes de las zonas en construcción. El punto de conexión consistirá en una arqueta de tierra provisional de PVC para permitir la sujeción de los conductores de tierra correspondientes a las zonas adyacentes. La arqueta se enterrará después de completar la conexión de las tomas de tierra de las zonas adyacentes.

En caso de conexión de AT, la red de puesta a tierra de la subestación de AT/MT se interconectará con la red de puesta a tierra de la planta fotovoltaica. Las dos redes de puesta a tierra pueden ser de materiales diferentes, pero se adoptarán todas las acciones y soluciones técnicas necesarias para evitar la corrosión de los materiales por efectos galvánicos.

- Todos los apantallamientos de los cables de MT, BT y de comunicación se interrumpirán en el lugar donde los cables salgan de los sistemas de puesta a tierra,
- Todos los cables de señales digitales y analógicas entre los dos sistemas de puesta a tierra estarán aislados galvánicamente,
- Se prohibirá toda continuidad eléctrica entre las masas eléctricas/partes conductoras expuestas entre la planta fotovoltaica y la subestación de AT/MV.

En caso del cerramiento perimetral metálico, se respetarán las siguientes prescripciones:

- Cada 20 metros, la valla metálica se conectará a tierra mediante varillas de puesta a tierra;
- La valla metálica estará conectada a tierra localmente pero no a la red de puesta a tierra de la planta fotovoltaica;
- Para la puesta a tierra de la valla, la varilla de puesta a tierra estará lo suficientemente alejada de la red de puesta a tierra de la planta fotovoltaica para evitar cualquier contacto inducido o tensiones de paso.
- La puesta a tierra de la valla podría conectarse a la puesta a tierra de la planta fotovoltaica sólo en los casos en que el informe de tensiones de contacto y de paso muestre la presencia de tensiones peligrosas.
- Si un conductor de puesta a tierra cruza la valla, ésta deberá ser de tipo aislado en un mínimo de 2 metros a ambos lados (por ejemplo, utilizando paneles aislados a 2 metros a la izquierda y a 2 metros a la derecha del conductor de puesta a tierra).

Se deberá garantizar en todo momento que no haya tensión de contacto y de paso peligrosa en la valla. El diseño de la puesta a tierra de la valla incorporará la simulación y las mediciones in situ para garantizar que las tensiones de contacto y de paso estén por debajo de los niveles máximos exigidos en las normas internacionales y locales aplicables.

Cuando deban conectarse entre sí diferentes metales que formen un efecto galvánico, debido al potencial diferencial, que podría causar corrosión galvánica, las uniones deberán estar protegidas del contacto con los electrolitos a lo largo de su entorno. Los electrodos de tierra serán resistentes a la corrosión y no deberán contribuir a la formación de células galvánicas.

Cada poste metálico de CCTV debe estar conectado a la toma de tierra de la valla, a través de un cable de cobre desnudo independiente. Si el poste de CCTV está suficientemente alejado de la valla y de la toma de tierra del campo fotovoltaico (distancia ≥ 4 metros), para evitar cualquier tensión inducida, el poste de CCTV puede conectarse a tierra mediante una barra de puesta a tierra de diseño propio.

El sistema de puesta a tierra incluirá los siguientes elementos para cada tipo de cabina de MT:

- Un conductor de puesta a tierra directo y enterrado a lo largo del perímetro de la cabina en configuración de anillo, y dimensionado adecuadamente según la corriente de defecto máxima del sistema.
- Dos conductores de tierra directos enterrados en diagonal que conectan las esquinas opuestas del rectángulo.
- Cuatro varillas de acero galvanizado en las esquinas del rectángulo, en arquetas de hormigón con un tamaño mínimo de 50x50x5mm y una longitud mínima de varilla de 2,5m.
- Dos conductores de puesta a tierra en las esquinas opuestas para conectar el anillo con el colector principal de tierra dentro de la cabina.
- Dos conductores de puesta a tierra (de sección mínima de 50mm2 de conductor aislado amarillo/verde) para conectar el colector de puesta a tierra de cada habitación de la cabina.

Todos los equipos eléctricos de las cajas de string estarán protegidos contra las sobretensiones de clase II instalando dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD) y todos los SPD estarán conectados al sistema de puesta a tierra de la planta a través de un cable de tierra aislado dedicado (gris/amarillo) que se colocará dentro de un tubo corrugado (desde la caja, hasta la conexión de tierra al cable de cobre principal de la puesta a tierra de la planta).

Dado que la puesta a tierra de cada SPD se conectará al cable de cobre desnudo principal del sistema de puesta a tierra de la planta fotovoltaica de la planta fotovoltaica, dicho cable de cobre desnudo pasará cerca de cada caja eléctrica, donde todas las corrientes de protección contra sobretensiones se derivarán a tierra.

La pantalla del cableado de MT debe conectarse a tierra al menos en un punto del recorrido. La corriente de carga capacitiva y las corrientes de circulación inducidas que se generan en condiciones normales de funcionamiento se drenan a través de

la pantalla si ésta se conecta a tierra en ambos extremos. Mediante este modo de conexión, la pantalla también drena las corrientes de cortocircuito de secuencia cero en condiciones de fallo.

Sin embargo, para evitar que esta corriente fluya sólo hacia la pantalla, se ha colocado un conductor de continuidad de tierra en paralelo al cable. Este conductor también proporciona una conexión metálica continua a tierra entre los sistemas de puesta a tierra en los extremos del trazado del cable y a lo largo del recorrido, por lo que favorece la disminución del valor de la impedancia de tierra de la planta.

El cableado de media tensión puede ponerse a tierra de los siguientes métodos:

- Puesta a tierra en ambos extremos del conductor.
- Puesta a tierra en un extremo del conductor.
- Puesta a tierra cruzada entre conductores.

3.2.4.2.2 Procedimiento Constructivo

3.2.4.2.2.1 Sectorización para proceso constructivo.

Dadas las dimensiones del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y con el objetivo de optimizar los recursos se plantea una sectorización que considera grupos de inversores completos. También se considera reducir el paso por drenajes naturales, manejando las áreas aisladas por drenajes naturales como sectores independientes.

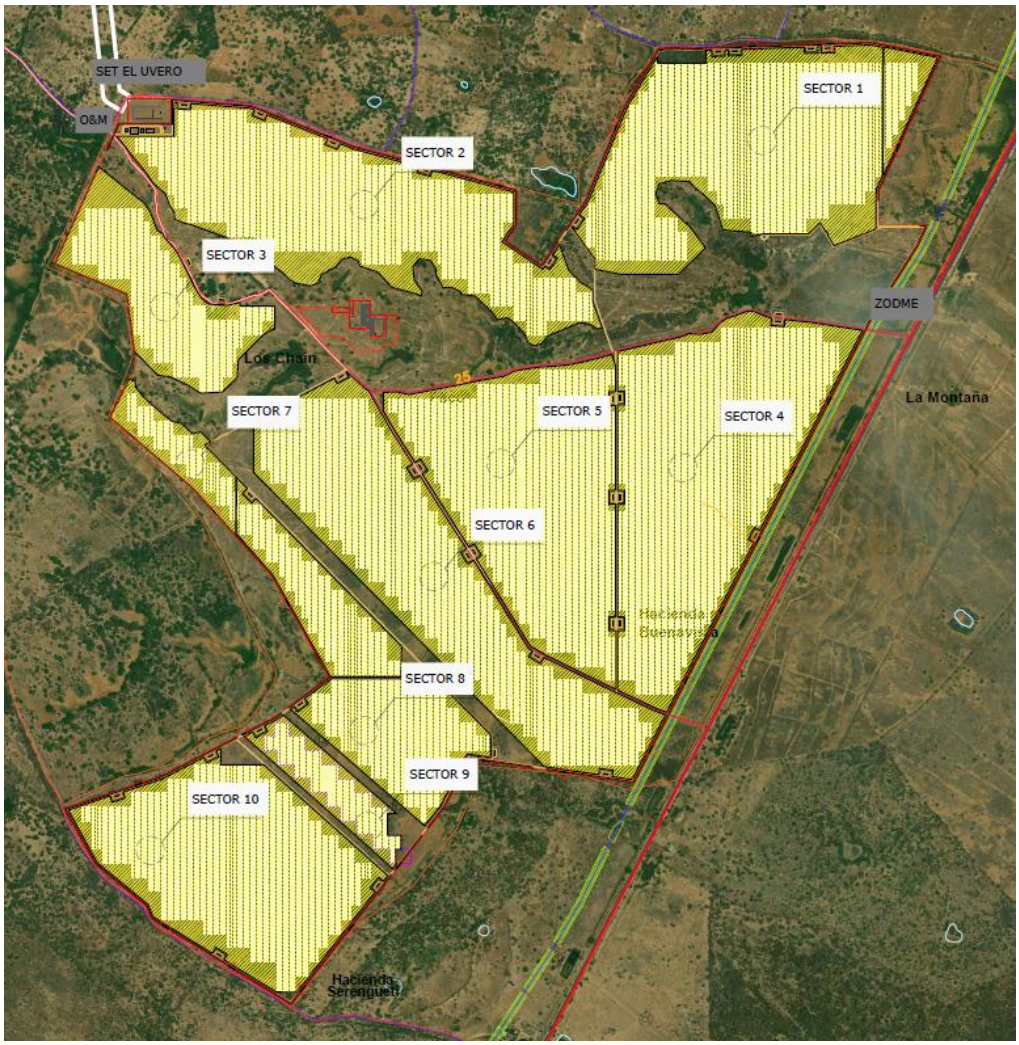
Los sectores definidos tendrán áreas alrededor de 10 y 60 hectáreas, de tal manera que se definirán 10 sectores diferentes, que serán ejecutadas de manera escalonada y progresiva obteniéndose los siguientes beneficios:

- Control de la producción y optimización de los recursos.
- Control y reducción de emisiones de la maquinaría a utilizar, así como de la emisión de material particulado generada en las actividades de movimiento de tierras.

- Reducción y deslocalización temporal de insumos del proyecto (Vertidos, suministro de agua, etc.)

La sectorización propuesta se muestra en Figura 3.59 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0055-SECO. Los datos de las instalaciones existentes representadas en la figura y los planos provienen de IGAC.

Figura 3.59 Sectores Para Construcción.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.2.2.2 Explanación, movimiento de tierra y nivelación del terreno.

Para la nivelación del terreno y la ejecución del movimiento de tierra se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

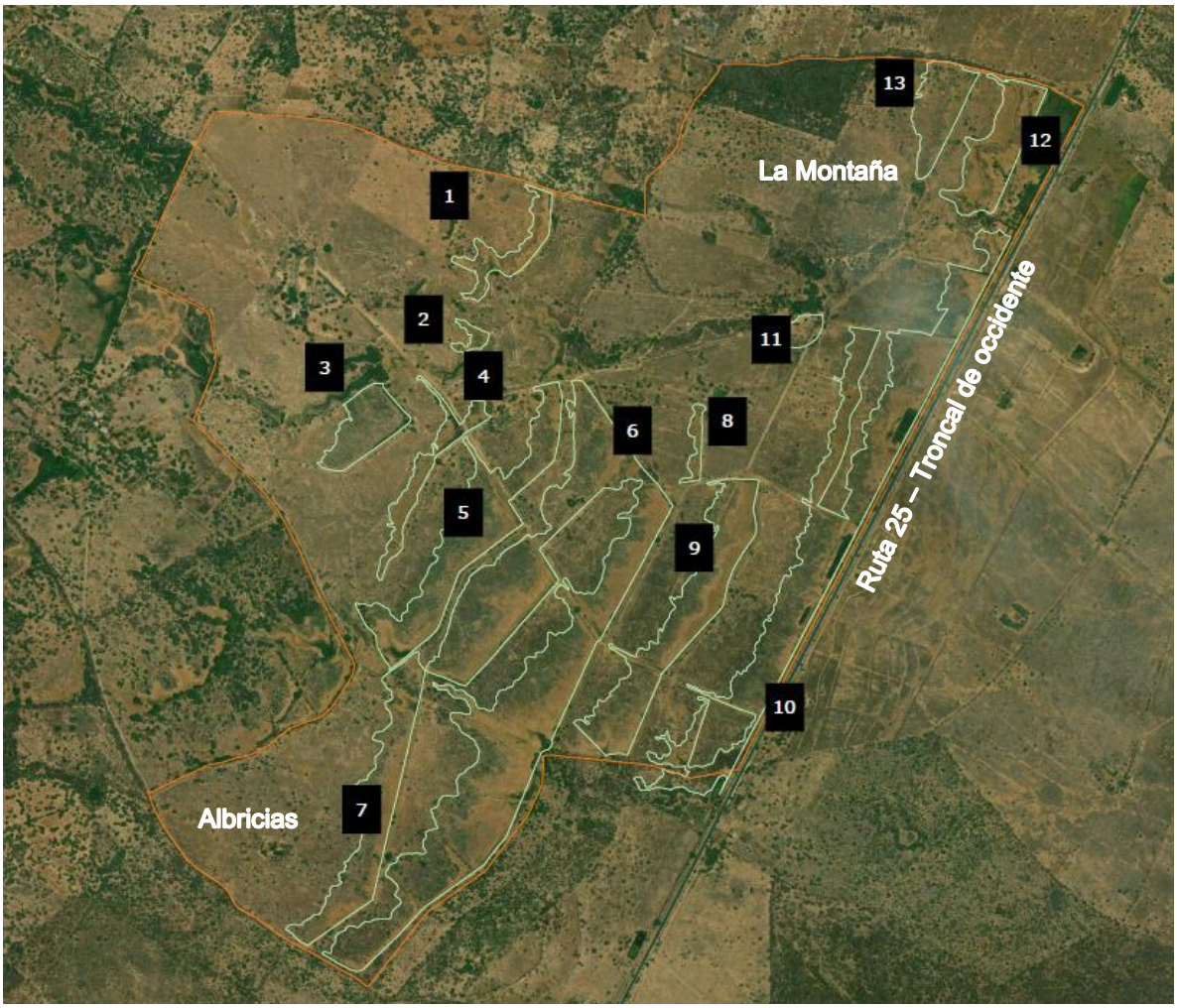
a) Para la implantación de los módulos fotovoltaicos se requiere una superficie con diferencias de nivel mínimas, de forma que no se generen sombran sobre los paneles.
b) Se debe buscar una pendiente que permita el drenaje de agua proveniente de la precipitación, evitando que se genere encharcamiento o erosión, esta recomendación proviene del estudio hidráulico.
c) Se reducirá la generación de materiales sobrantes mediante la compensación de los cortes y rellenos.
d) Se identificaron previamente los taludes, excavaciones y terraplenes respetando los cauces identificados en la topografía del terreno.
e) Se definirán las zonas exactas de implantación y construcción de los diferentes Centros de Transformación, Conexión y Control.
f) Para las excavaciones de cualquier naturaleza se incluirá el seleccionado y criba del material para ser reutilizado, así como el cargue y transporte del material sobrante a Zonas de disposición de residuos autorizadas.
g) Para el caso de rellenos, estos se realizarán con material seleccionado procedente de excavaciones del mismo proyecto. Serán rellenadas las excavaciones o perforaciones realizadas en las labores de destoconado y en el retiro de materiales inadecuados.
h) La ejecución de la nivelación y preparación del terreno se realizará de acuerdo a la sectorización diseñada para la construcción del parque.
i) La vegetación arbórea en aquellas áreas donde no se contempla la implantación de infraestructura o corredores viales será objeto de poda y manejo silvicultural.

Del análisis de la topografía se identifica que los terrenos del parque en su mayoría son planos con una pendiente promedio de 2%, presentando sectores puntuales bajos o de mayor elevación donde deberá hacerse alguna intervención.

Las zonas que requieren movimiento de tierra corresponden a jagüeyes o bordas realizados por los propietarios de los predios para el almacenamiento de agua lluvia, para estas zonas se propone reconformar el terreno movilizando el material a las depresiones generadas para el almacenamiento de agua.

En la Figura 3.60 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0053-JADE se identifican los principales sectores a adecuar.

Figura 3.60 Superficie Parque Existente.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

De los 49 cuerpos lenticos identificados dentro del área del parque serán intervenidos un total de 13 bordas, las cuales se identifican con detalle en el Capítulo 5.1, numeral 5.1.4.2.1 Sistemas lénticos, en el Capítulo 5.2 numeral 5.2.1.1.1.3.5.2 Bordas y en el Capítulo 6 Zonificación ambiental numeral 6.7 Áreas de restricción especial y legal, Tabla 6.7 se califican con una categoría de sensibilidad e importancia ambiental moderada. En el capítulo del Plan de Manejo Ambiental, en el programa de manejo del recurso hídrico se establecen las medidas a tomar con respecto al impacto generado por su intervención.

Para calcular los movimientos de tierra del parque se generaron dos superficies en AutoCAD Civil 3D 2020, una con la topografía original y la otra con la superficie

modificada y con ayuda de la herramienta superficie de volumen se determinaron las diferencias de volumen. Se verifica un volumen de corte equivalente a 455.467 metros cúbicos (117900 m^3 de descapote y 337567 m^3 de remoción de jarillones) y un volumen de relleno de 178.891 metros cúbicos. Dicha información se detalla en el numeral 3.2.5.3 Balance de masas y en la Tabla 3-107 Balance De Masas Construcción Parque Solar.

Adicionalmente se realizó un análisis más detallado para determinar los volúmenes de tierra sobrantes, el principal motivo de descarte del material será su contenido de materia orgánica proveniente del descapote del terreno. Se estima un descapote de 0,1m en el 30% del área de implantación de infraestructura.

En la Tabla 3-60 se presenta el movimiento de tierras para la nivelación de la superficie del terreno, dentro del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW.

Tabla 3-60 Movimiento De Tierra - Nivelación Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

DESCRIPCIÓN	DESCAPOTE		EXCAVACION O CORTE (m3)	REQUERIMIENTO MATERIAL PETREO (m^3)	ANALISIS MOVIMIENTO DE TIERRA (m^3)		
	Espesor	m^3		RELLENO (1)	REUTILIZABLE (2)	BALANCE (1 VS 2)	SOBRANTE EXCAVACIÓN+ DESCAPOTE
MOV TOPOGRÁFICO	0.1m al 20% del Área	117.900	337.567	178.891	337567	158676	276576

Fuente: Ingenostrum Colombia 2021

Del balance de tierras hecho para las actividades de nivelación se concluye que el movimiento de tierras planteado para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III requiere un relleno de 178.891m^3 que es posible reutilizar del material proveniente de las excavaciones, resultando en un sobrante de material de corte de 276.576 m^3.

Debido a la imposibilidad de reutilizar el material de descapote por su alto contenido de materia orgánica y demás material sobrante de excavación se requerirá la conformación de una Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación ZODME, la cual se detalla en el numeral 3.2.6. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición.

En el numeral 3.2.5.3 Balance de masas se presentará el balance de masa consolidado de todo el proyecto, Ver Tabla 3-107.

3.2.4.2.2.3 Apertura de zanjas e instalación de cableado

El constructor, en función del diseño de las zanjas, realizará un procedimiento de tendido de cable donde ha de cumplir con:

- Las especificaciones técnicas del fabricante relacionadas con las pautas de manejo de cables y de tendido.
- Los radios de curvatura han de encontrarse dentro de los límites que marca la norma.
- En las canalizaciones entubadas es conveniente dejar arquetas de registro de tramos cortos para tener fácil acceso en las operaciones de mantenimiento y reparación. Estas arquetas podrán ser prefabricadas y deben contar con tapas.

Fotografía 3.46 Apertura De Zanjas



Apertura Zanja

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Los cables que vayan entubados se instalarán con una máquina de tiro o con una guía pasa cables. Los cables que sean tendidos directamente en zanja se tenderán utilizando gatos alza-bobinas.

Las arquetas de registro se ubicarán según lo especificado para el trazado del cableado, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos de diseño. Una vez realizada la excavación para la ubicación de la arqueta, ésta será aplomada y nivelada en el terreno.

El trasdós de la arqueta será rellenado con material de la excavación una vez se haya hecho la entrada y salida de tubos y cables en la misma. La arqueta deberá sobresalir sobre la cota del terreno una altura mínima de 0,15 m, a fin de facilitar su visualización y ubicación. Es importante indicar que el material sobrante de la excavación de zanjas y arquetas, después de realizar el relleno, será extendido y compactado en las actividades de nivelación del parque.

En la Tabla 3-61 se resumen los volúmenes de movimiento de tierra para la ejecución de las zanjas.

Tabla 3-61 Volumen De Excavación Y Relleno De Zanjas

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	EXCAVACIONES (m3)	ARENA (m3)	RELLENO (m3)	NO REUTILIZABLE (m3)
ZANJA BAJA TENSIÓN	128.530	117.042	9.961	107.081	9.961
ZANJA MEDIA TENSIÓN	17.733	45.800	3.956	41.843	3.956
TOTAL	146.263	162.842	13.917	148.924	13.917

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2022

El material denominado como No reutilizable será dispuesto en la ZODME del proyecto o en sitio aprobado por las autoridades ambientales.

3.2.4.2.2.4 Hincado de Seguidores

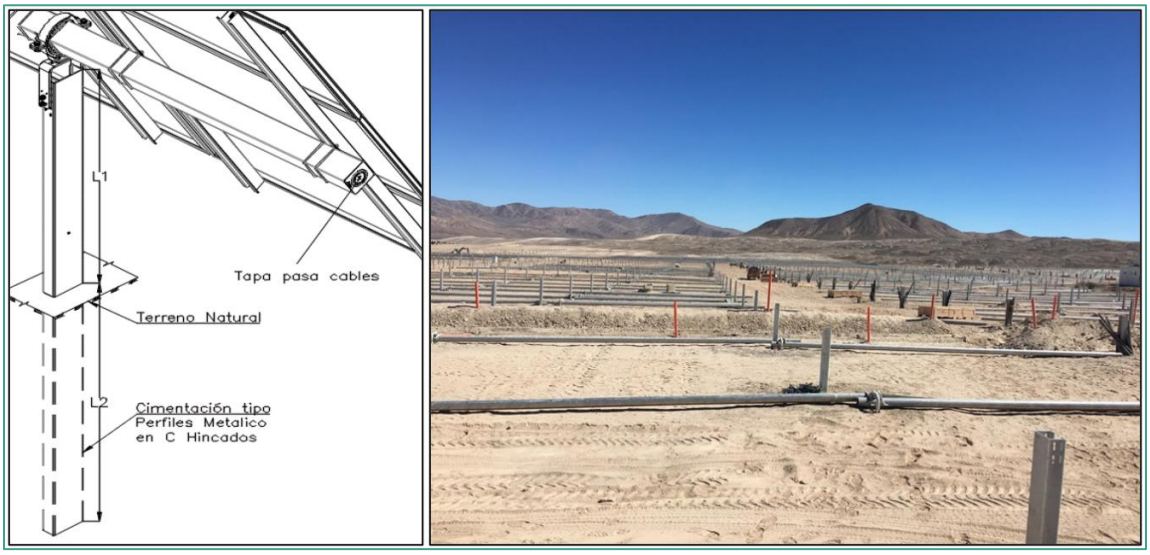
Las estructuras de soporte consistirán en perfiles metálicos hincados, lo que permitirá fijarlas a la superficie del suelo. En el caso que los perfiles hincados no alcancen la resistencia requerida en la prueba de extracción podrá requerirse el mejoramiento del suelo para los sitios puntuales. La profundidad de hincado será aproximadamente de 1,5 metros.

El procedimiento general será:

a) Replanteo: deben localizarse con ayuda de una comisión de topografía que garantice su ubicación exacta de acuerdo con la posición indicada en los planos y las recomendaciones de los fabricantes.
b) Movilización de soportes y equipos.
c) Hincado de soportes.
d) Verificación verticalidad y niveles.
e) Pruebas de carga en muestra representativa por sectores.
f) Tendido de seguidores
g) Instalación elementos seguidor

A continuación, se ilustra la alternativa para la cimentación de las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos. Figura 3.61.

Figura 3.61 Soportes Tipo Perfil C Hincado Y Tendido De Seguidores



Fuente: TCI - GECOMP.

El hincado de perfiles se realiza con máquinas tipo martillo denominadas hincadoras en la Fotografía 3.47 se muestra un ejemplo.

Fotografía 3.47 Maquina Hincadora

	
Maquina Hincadora	Maquina Hincadora

Fuente: TCI - GECOMP.

3.2.4.2.2.5 Cimentación Centros de transformación CT

Para la cimentación de los centros de transformación, se ejecutará de acuerdo al siguiente proceso:

a) Replanteo: Deben localizarse con ayuda de una comisión de topografía que garantice su ubicación exacta de acuerdo con la posición indicada en los planos.
b) Excavaciones: El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto debe terminarse cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o prescritas por la Interventoría. Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación debe ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre.
c) Colocación de armadura: Tan pronto como el concreto de solado haya fraguado, se procederá a colocar el acero de refuerzo, con la figuración indicada en los planos.

d) Vertido de Concreto: Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del concreto de acuerdo con las indicaciones de los planos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones deben garantizar la calidad de las estructuras construidas.
e) Curado.
f) Extensión de material de capa superficial.

Los cimientos de la plataforma del inversor tendrán una pendiente mínima hacia la dirección del agua para evacuar el agua de la losa y evitar la erosión o la acumulación de agua.

La cimentación será construida en concreto reforzado, con las resistencias y detalles indicados en los planos de detalle entregados al contratista, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios requeridos.

El fondo de las excavaciones que recibirán los concretos debe ser terminado cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos. Las superficies así preparadas deben humedecerse y apisonarse con herramientas adecuadas para darles la compactación necesaria, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de concreto que soportarán.

El terreno de fundación se protegerá con una capa de concreto pobre para solados, del espesor indicado en los planos. Tan pronto como el concreto de solado haya fraguado, se procederá a colocar el acero de refuerzo, con la figuración indicada en los planos.

Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del concreto de acuerdo con las indicaciones de los planos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones deben garantizar la calidad de las estructuras construidas.

Antes de fundir el concreto primario debe tenerse especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que los pernos queden correctamente fijados y

embebidos en el concreto y alineados de acuerdo con las indicaciones de los planos, y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Para esto, se deben suministrar plantillas y otros elementos necesarios para garantizar la localización exacta de los pernos.

La construcción de las losas debe incluir los ductos requeridos como accesos para conexiones, de acuerdo con las indicaciones de los planos y las especificaciones correspondientes en cuanto a la clase de ductos y sus sistemas de instalación.

3.2.4.2.2.6 Montaje de paneles fotovoltaico y transformadores

Una vez instaladas las estructuras de soporte, se procede a realizar la instalación de los paneles fotovoltaicos de forma manual uno a uno por el personal capacitado. Ver Fotografía 3.48.

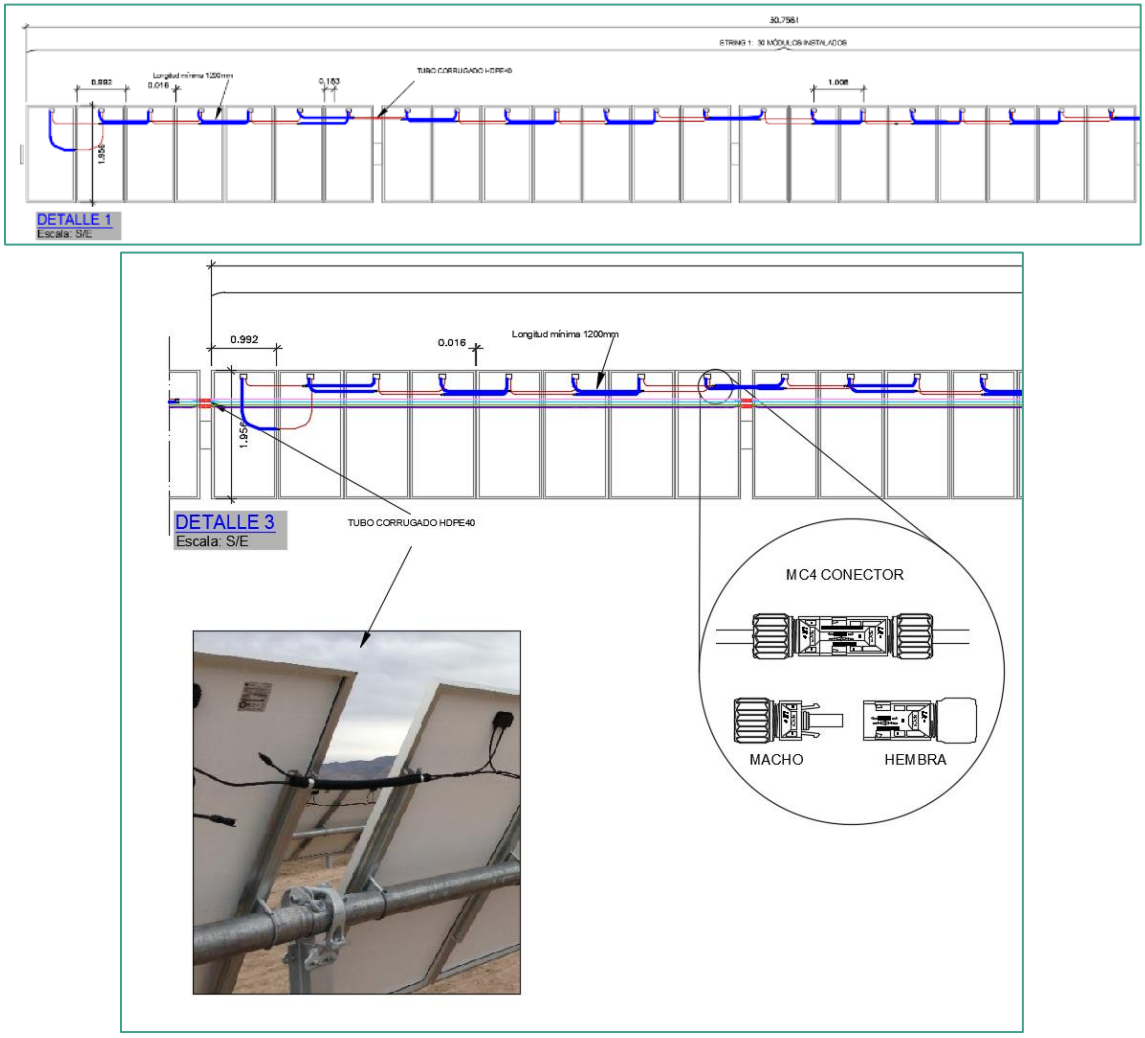
Fotografía 3.48 Instalación de Paneles

	
Instalación en Parque Solar El Paso El Paso - Cesar	Instalación en Parque Solar Sierra Gorda Antofagasta - Chile

Fuente: EGP (El Paso) y TCI – GECOMP (Sierra Gorda).

Una vez montados los paneles solares se comienza con la conexión de todo el sistema de cableado eléctrico. Estos se conectan formando string de 28 módulos cada una, y se conectan sus dos extremos, de manera similar a la que se muestra en la Figura 3.62.

Figura 3.62 Conexionado De Módulos



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Los paneles se conexionarán mediante cajas de conexión. Desde cada una de estas cajas saldrá una línea independiente hacia la caseta de inversores, uniéndose los distintos ramales en la entrada al inversor en una caja de paralelos de DC o caja de segundo nivel, de la cual saldrá una línea hacia el inversor eléctrico.

Las cajas de primer nivel estarán ubicadas en los pilares de la estructura o en la parte trasera de la estructura, buscando una situación media entre las series que recogerá cada una de ellas.

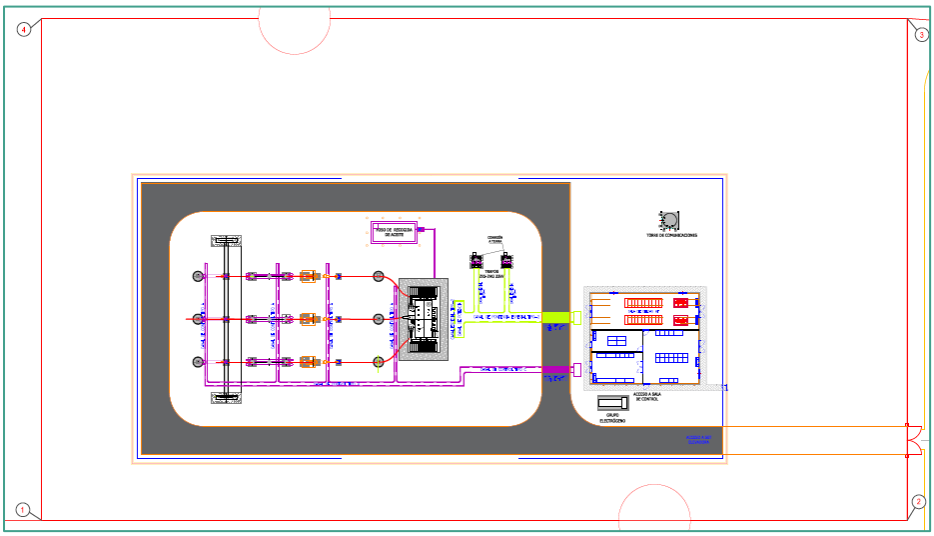
El material de protección sobre los que van envueltos los pallets de módulos y demás materiales será retirados y reciclados por un gestor debidamente autorizado, así como cualquier despunte, corte o restos de material eléctrico.

3.2.4.3 Infraestructura Subestación Elevadora El Uvero

La energía generada por el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW será conducida a la SE Elevadora El Uvero en el nivel de 33 KV donde se elevará por medio de infraestructuras de transformación al nivel de 500 KV para ser transportada hasta la SE de Sabanalarga 500 KV (propiedad de ISA) que forma parte del Sistema Interconectado Nacional.

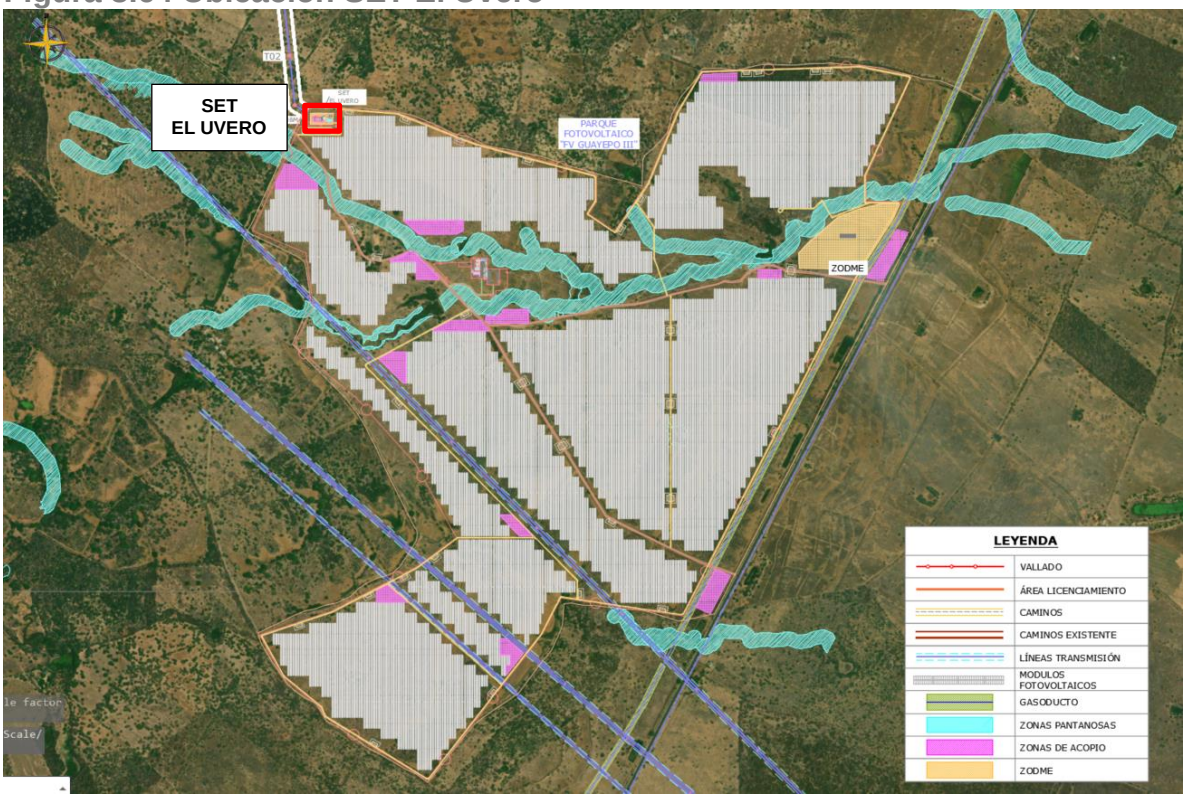
La Subestación Elevadora El Uvero estará alojada en un terreno con superficie aproximada de 1,33 ha dentro del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, contiguo al edificio de Operaciones y Mantenimiento. Las coordenadas de los vértices del predio en Sistema de referencia Magna Sirgas origen Nacional se muestran en la Tabla 3-62, en la Figura 3.63 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0049-DESM se muestra la implantación y distribución de equipos y estructuras dentro de la subestación. Dentro de esta área se distribuirá el espacio según las necesidades del proyecto.

Figura 3.63 Subestación Elevadora



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

Figura 3.64 Ubicación SET El Uvero



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

Tabla 3-62 Coordenadas De Los Vértices De La Subestación Elevadora El Uvero

VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS – ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
1	4801310,2281	2727538,1362
2	4801461,8858	2727538,1709
3	4801461,8858	2727450,3267
4	4801310,2281	2727450,3267

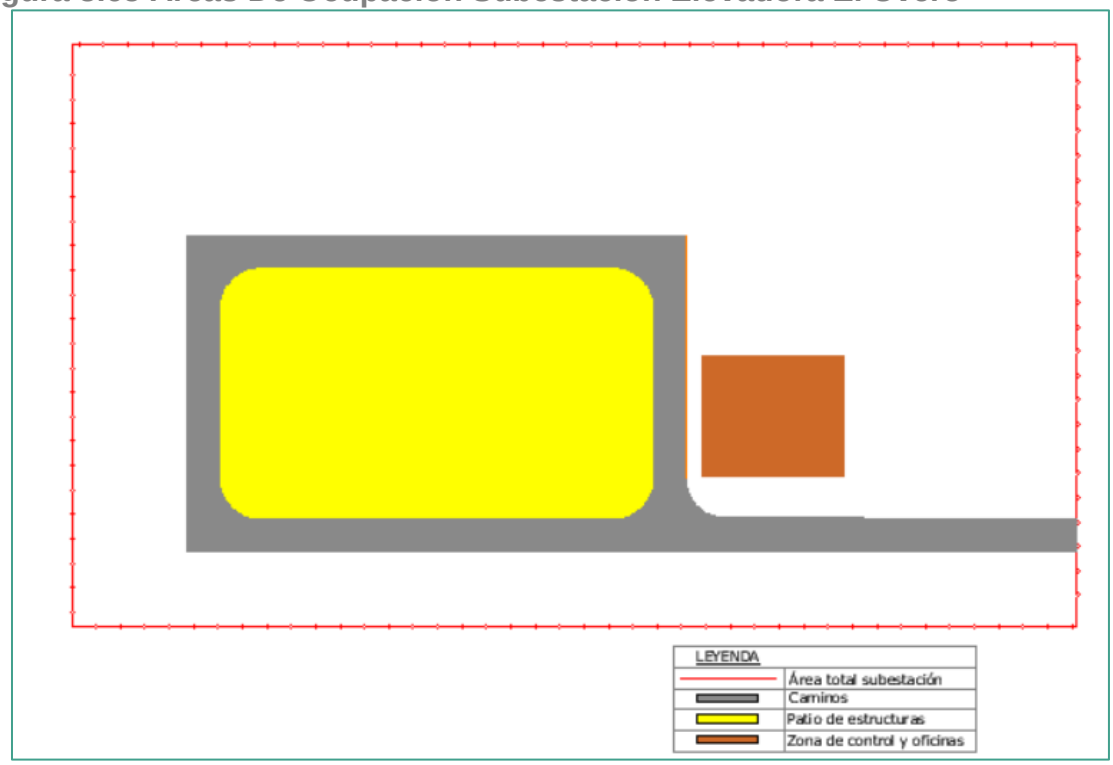
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

Tabla 3-63 Cuadro De Áreas De Ocupación Subestación Elevadora El Uvero

INSTALACIÓN	SUPERFICIE, ha
Área total subestación	1,33
Zona de control y oficinas	0,42
Patio de estructuras	0,24
Caminos	0,15

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

Figura 3.65 Áreas De Ocupación Subestación Elevadora El Uvero



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

La Subestación estará constituida por los siguientes elementos:

- Patio de 500 KV, formado por una posición Trafo-Linea posición y toda la aparamenta de maniobra asociada.
- Unidad de Elevación formada por un transformador de potencia 500/33/33 kV, 140/170/200 MVA. (ONAN/ONAF1/ONAF2) X%=12% (TR ENEL Family 2)
- Patio de 33 KV, constituida por cabinas de interior aisladas en SF6 (GIS) de simple barra.
- Edificio de MT, control y comunicaciones.
- Sistema de Servicios Auxiliares
- Red de tierras
- Sistema Integrado de control y de protecciones
- Medida y tarifación de energía para la facturación
- Sistema de Comunicaciones y Sistema de videovigilancia CCTV y Anti - intrusión.
- El recinto de la subestación contará, en la parte más oriental de la misma, con una zona de aparcamiento y de un edificio con estancias separadas para las celdas de media tensión, control y protecciones y comunicaciones.
- Zona de acopio de residuos: Para los residuos generados en la fase de operación del proyecto se habilitará una zona de acopio temporal, común a la Subestación a las instalaciones de Operación y mantenimiento aledañas. Los residuos se dispondrán transitoriamente en contenedores para luego ser retirados por empresas autorizadas, se tienen cinco áreas principales:
  - Bodega de Residuos No Peligrosos.
  - Bodega de Residuos Peligrosos: contará con control de derrames y contenedores tipo estanco, con acceso restringido, acopiando este tipo de residuos por no más de 6 meses. Esto permitirá mantener transitoriamente los residuos peligrosos para su posterior disposición final en un lugar autorizado.
  - Bodega para sustancias química.

- Piscina de lavado de aceites.
- Bodega de gases.

La Tabla 3-64 recopila las principales magnitudes eléctricas de la Subestación y parámetros relevantes de los equipos instalados:

Tabla 3-64 Características De La Subestación

MAGNITUD/ CARACTERISTICA	UD.	POS. 33 kV	POS. 500 kV
Tensión nominal	KV	33	500
Tensión más elevada para el material	KV	36	550
Frecuencia nominal	Hz	60	60
Tensión soportada frecuencia industrial	KV	70	630
Tensión soportada impulso tipo rayo (BIL)	KVp	170	1550
Intensidad cc (para definición equipos)	kA	31,5	63
Conexión del neutro		A través de transformadores Zig-Zag	Rígido a tierra
Línea de fuga mínima aisladores	mm/ kV	43	43

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021

Se proporciona a continuación en la Tabla 3-65 una lista con los equipos que formarán parte de la SE Elevadora El Uvero.

Tabla 3-65 Equipos Subestación Elevadora El Uvero.

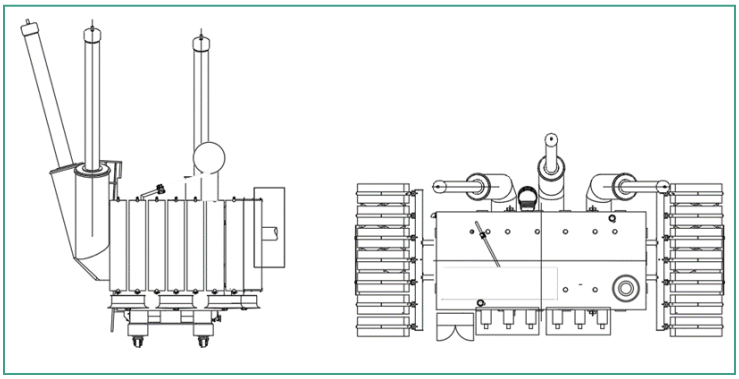
EQUIPOS PRINCIPALES DE ALTA TENSÍON		
Item	**Qty**	**Equipos/Aparamenta Alta Tensión**
A-1	1	Transformador de Potencia Trifásico 200 MVA ONAN/ONAF
A-2	6	Autoválvulas/Pararrayos
A-3	3	Transformador de intensidad
A-4	3	Interruptor Unipolar
A-5	3	Seccionador conj P.a.T
A-6	3	Transformador de Tensión
A-10	2	Puntas Franklin
EQUIPOS PRINCIPALES DE MEDIA TENSIÓN		
Item	**Qty**	**Patio Exterior 33 kV**
A-9	2	Transformador Zigzag 33KV 500A, ZN, 30s
A-11	2	Resistencia Puesta a Tierra del Trafo de Zig-Zag

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

3.2.4.3.1 Transformador principal

La solución de transformación consiste en un transformador trifásicos de 200 MVA cada uno, doble arrollamiento de media tensión, con refrigeración de aire natural y forzado (ONAN/ONAF) y aislados en aceite mineral. Ver Figura 3.66.

Figura 3.66 Transformador Trifásico De la SE Elevadora El Uvero

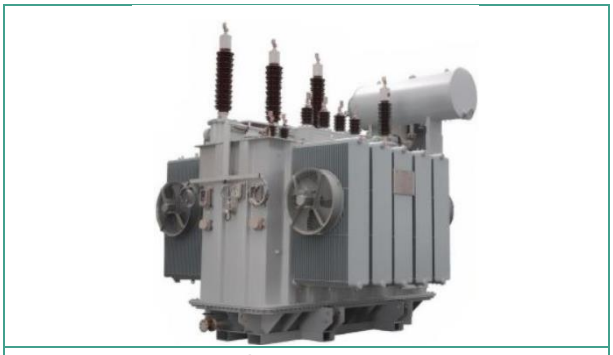


Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

3.2.4.3.2 Sistema de refrigeración de los transformadores de potencia

El método de refrigeración, para la evacuación del calor generado debido a las pérdidas eléctricas del transformador será del tipo ONAN/ONAF, esto es, aire natural y forzado y circulación de aceite por convección natural, por medio de radiadores y ventiladores.

Fotografía 3.49 Refrigeración Tipo ONAF En Transformador Trifásico



Ejemplo Refrigeración Tipo ONAF En Transformador Trifásico

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

Con objeto de evitar la intrusión de roedores, aves y otros animales en los álabes del ventilador, estos irán equipados con rejillas dispuestas a este efecto, según se ilustra en la Fotografía 3.50.

Fotografía 3.50 Ventilador Para Refrigeración



Ventilador para refrigeración con rejilla de protección

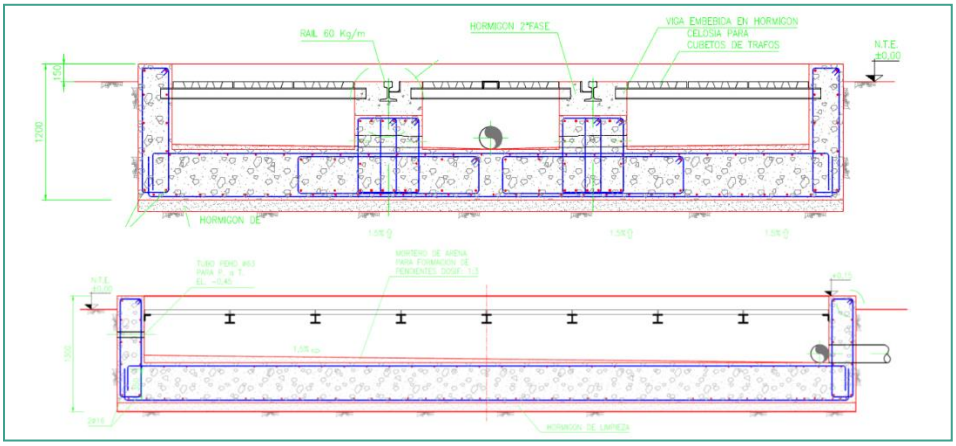
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

Para los transformadores principales, se instalará un sistema de contención de derrame reglamentario. El sistema completo consistirá en una fosa situada bajo cada uno de los transformadores (“transformer oil pit”) y un tanque recolector de aceite común de hormigón armado con separador de agua y aceite, que no requiere de manipulación y que estará conectado con las fosas a través de un sistema de tuberías, en las Figura 3.68 y Figura 3.67 se muestran ejemplos típicos de estas estructuras.

El aceite se encontrará confinado y en caso de derrame se tomarán las medidas indicadas en el Plan de Contingencia, así como lo considerado a continuación:

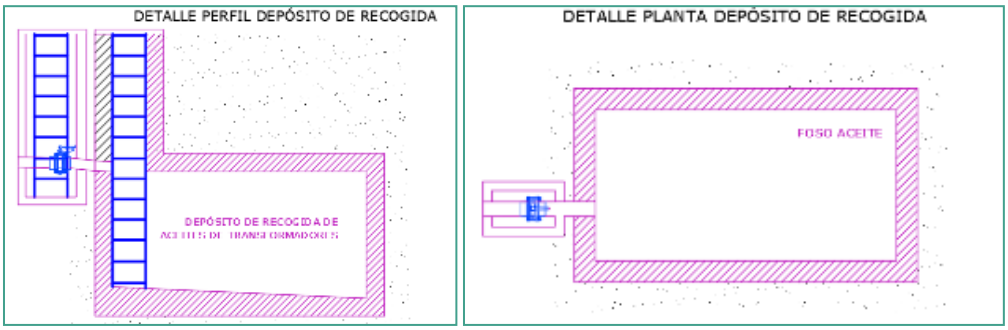
- En caso de lluvia: El sistema mantiene el foso de recogida de aceite a una altura de agua igual al volumen del aceite más el 30%.
- En caso de fuga del transformador y lluvia simultánea: El sistema se encuentra a una altura determinada de tal forma que en caso de fuga de aceite nunca se sobrepasara el nivel de este.
- En caso de fuga del transformador: El aceite queda atrapado en el pozo de retención gracias a la altura del sistema.

Figura 3.67 Fosos De Recogida De Aceite De Transformadores (“Oil Pit”)



Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

Figura 3.68 Estructura De Tanque De Recolección Aceite Dieléctrico.



Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

El tanque de recolección de aceite dieléctrico tendrá la capacidad para almacenar la tormenta de 24 horas y 50 años de período de retorno resultante del estudio hidrológico que se realice en la ingeniería de detalle.

El manejo de derrames se describe en el Capítulo 10.3.1 Plan de gestión del riesgo numeral 10.3.10.1.2 Derrames.

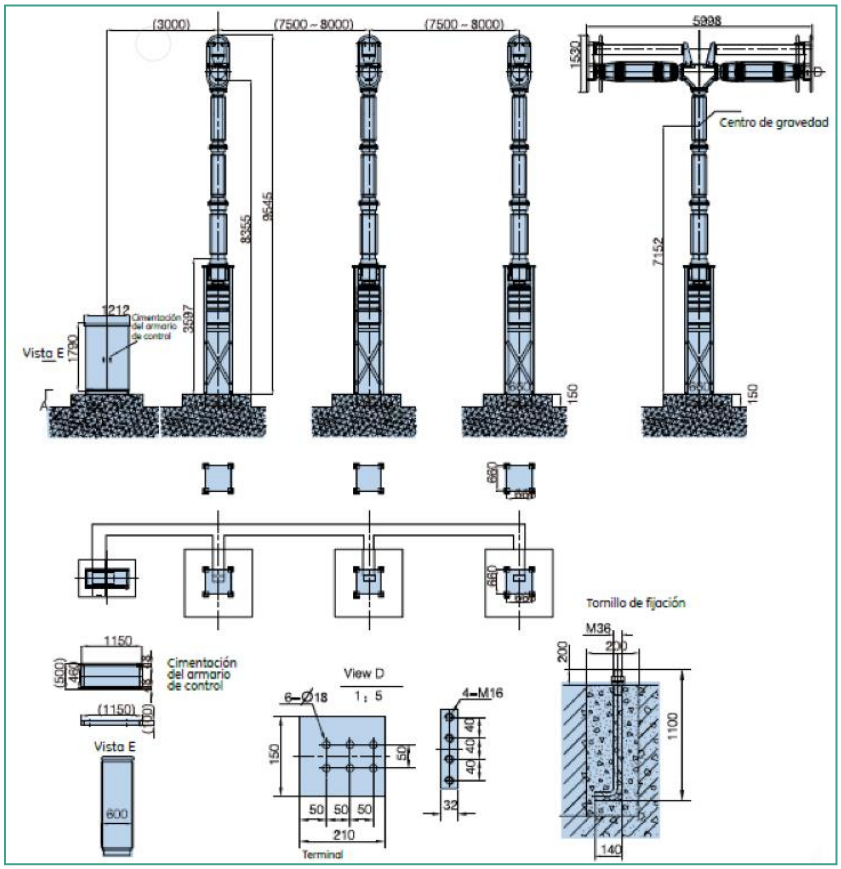
3.2.4.3.3 Interruptores 500 kV con corte en SF6

Los interruptores de potencia de alta tensión, que serán de tipo tanque vivo, estarán diseñados para una tensión nominal de 550 KV y un nivel de aislamiento (BIL) de 1550 KVp.

Cada unidad (polo) contará con dos cámaras de extinción, cuyo método de extinción del arco se basa en el principio dinámico de autocomprensión. El medio aislante es SF6 y sistema de accionamiento, un elemento central en los interruptores de potencia de alta tensión será mediante resortes (principio de acumulador de resortes).

Cada equipo completo estará compuesto por tres bastidores monopolares con un accionamiento por polo y un armario de control común a las tres fases. Ver Figura 3.69.

Figura 3.69 Interruptores De Alta Tensión



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

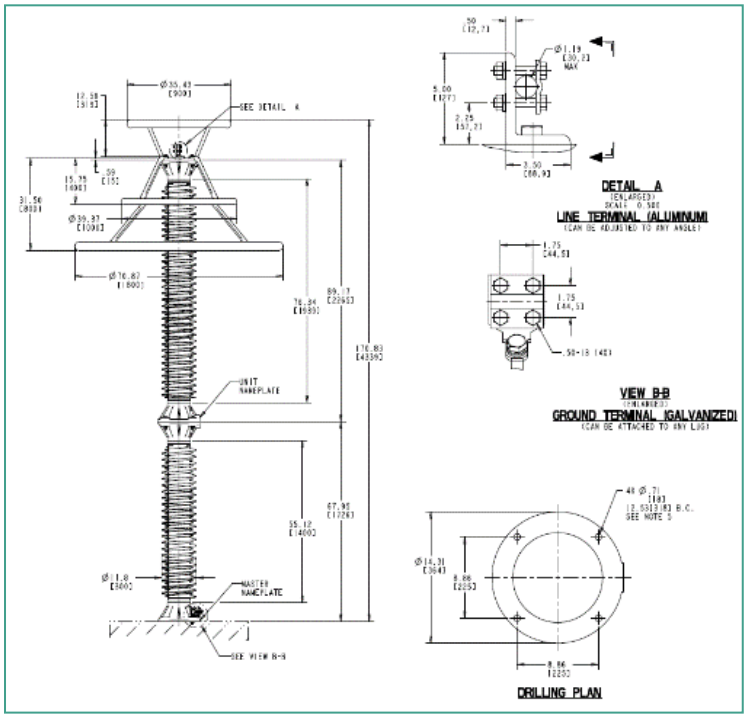
3.2.4.3.4 Auto válvula 500kV

Los descargadores de sobretensiones, o auto válvulas, constituyen la protección principal contra sobretensiones atmosféricas y de operación. Las auto válvulas se conectarán en paralelo al equipo a proteger de forma que disipe la sobre corriente en caso de producirse. Los elementos activos (bloques de ZnO) de los descargadores de sobretensiones están fabricados con un material de resistencia cerámico altamente no líneal, compuesto principalmente por óxido de cinc.

Los descargadores, de tensión asignada 420 kV, corriente de resistencia de cortocircuito de 65 kA rms y una capacidad de evacuación de energía de 10 kJ/ JV, tendrán un revestimiento de polímero de silicona de alta resistencia adecuados para aplicaciones con alta actividad sísmica.

Su montaje se realizará en un bastidor dedicado, independiente a los transformadores de potencia y no compartido con ningún otro equipo. Ver Figura 3.70

Figura 3.70 Auto válvula De Alta Tensión



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S., 2021.

3.2.4.3.5 Proceso constructivo Subestaciones

El proceso constructivo de la subestación comprende las siguientes actividades:

a) Señalización y demarcación del área de trabajo
b) Replanteo topográfico y demarcación
c) Rescate y relocalización de fauna y flora
d) Adecuación y funcionamiento de sitios de uso temporal.
e) Movilización y acopio de los recursos para la construcción.
f) Remoción cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.
g) Excavaciones estructurales

Se refiere a la ejecución de las excavaciones requeridas para la construcción de las estructuras que conforman el proyecto tales como: fundaciones para transformador de potencia, foso separador de aceite, pórticos estructurales, equipos de patio, caseta de control, vías de acceso, ductos, tuberías y canaletas, cajas de inspección, cajas de drenajes, tuberías para filtros de drenajes, bancos de ductos, bordillos de concreto, malla de tierra, malla de cerramiento etc. Para cada tipo de cimentación se prepara un plan específico que establecerá con precisión las diferentes necesidades para cada sector.

- Excavaciones tipo pozo para cimentaciones de pórticos y soportes de equipos: Consiste en toda excavación cuyas dimensiones en planta no exceden la relación 1:5 y cuya profundidad es cercana o superior a la dimensión menor. Este tipo se aplica entre otros a cimentaciones de pórticos y soportes de equipos y bases para transformador de potencia y foso separador de aceite, cimentaciones de estructuras, cajas inspección y sumideros, entre otras.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación debe ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre según lo determine las especificaciones técnicas.

Se debe preparar el terreno para las cimentaciones de tal manera que se obtenga una base firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto debe terminarse cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o las especificaciones técnicas.

- Excavación tipo zanja para tuberías, cárcamos y otras obras: Consiste en toda excavación más profunda que ancha, de una longitud varias veces superior a su profundidad, que puede o no demandar entibado de protección. Este tipo se aplica a cimientos corridos, zanjas de tuberías, cunetas, cárcamos y obras similares.
- En las excavaciones para tuberías, el lecho de la excavación debe conformarse a mano para darle la forma natural de la base del tubo en toda su longitud, de tal manera que aproximadamente el cuarto inferior de la sección quede firmemente apoyado. Si se encontraren rocas o piedras, éstas deben ser removidas completamente, lo mismo que cualquier tipo de material vegetal. Debe extraerse cualquier material blando o inapropiado que se encuentre en la rasante del fondo, y deberá reemplazarse por otro material de relleno apropiado.

El material procedente de la excavación que sea apto para el relleno de la misma, se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención de los mismos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la reimplantación y extendido de la cobertura vegetal de la excavación. Los rellenos y en general todos los residuos no factibles de ser utilizados, serán retirados del área de la obra para ser depositados en la ZODME del proyecto.

Cuando haya de transcurrir algún tiempo entre la terminación de la excavación y la colocación de concretos, rellenos, tuberías u otros, la excavación debe interrumpirse 20 centímetros por encima del fondo definitivo de la excavación para proteger el terreno y conseguir que la estructura quede cimentada sobre terreno sin

perturbar; los 20 cm protectores solo se podrán remover cuando las labores de construcción subsiguientes estén próximas a comenzar.

h) Manejo del agua superficial y subterránea

Se deben construir todas las obras necesarias para conformar los sistemas temporales de drenaje superficial y suministrar, instalar, mantener y operar todo el equipo de bombeo, así como los elementos que se requieran para desaguar las distintas partes de la obra durante la construcción. Estas obras se diseñarán en la ingeniería de detalle.

i) Disposición de los materiales excavados

Todos los materiales provenientes de excavaciones que no se utilicen en la obra, deben ser retirados a la Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación ZODME definida para el proyecto.

Por ningún motivo se permite arrojar materiales en los sitios donde se interfiera con el drenaje natural del terreno.

El material de desecho será extendido en la ZODME en capas horizontales de máximo cincuenta (30) centímetros de espesor.

j) Rellenos estructurales

Se refiere al suministro, transporte, colocación, eventual humedecimiento o secamiento, mezclado, conformación y compactación de los rellenos en el contorno o a lo largo de estructuras de concreto, tuberías, ductos, filtros, lechos filtrantes, zanjas, patios de equipos, patios de transformadores, área de la caseta de la subestación y donde lo indiquen los planos. Estos rellenos se deben hacer con materiales seleccionados provenientes de la misma excavación (cuando sean aptos) o de otras fuentes, de acuerdo con las especificaciones del diseño.

El terreno sobre el cual se van a colocar los rellenos debe estar libre de vegetación, raíces y tierra vegetal. Los materiales de relleno deben estar exentos de materia orgánica, basuras, tierra vegetal o cualquier sustancia perjudicial.

El control de compactación de los rellenos estructurales se hace comparando la densidad de campo con la máxima densidad seca obtenida del ensayo Próctor Modificado según la especificación T-180 de la AASHTO Método D. La densidad obtenida en el relleno no debe ser menor del porcentaje de la densidad Proctor indicada en el diseño.

Todo material de relleno se debe colocar en capas horizontales no mayores de 15 centímetros de espesor compactado.

Se debe proteger de la lluvia los materiales a emplear en los rellenos, mediante el cubrimiento de esta con material plástico (polietileno), con el fin de evitar la saturación de los materiales, lo cual ocasionará su uso inadecuado. Igualmente, se deberá tomar las previsiones de drenajes necesarios mediante cunetas perimetrales.

k) Fundaciones Para Pórticos Y Soporte De Equipos

Las fundaciones serán construidas en concreto reforzado, con las resistencias y detalles indicados en los planos entregados por el contratista, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios requeridos.

El fondo de las excavaciones que recibirán los concretos debe ser terminado cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos de detalle o constructivos. Las superficies así preparadas deben humedecerse y apisonarse con herramientas adecuadas para darles la compactación necesaria, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de concreto que soportarán.

El terreno de fundación se protegerá con una capa de concreto pobre para solados, del espesor indicado en los planos de detalle o constructivos. Tan pronto como el concreto de solado haya fraguado, se procederá a colocar el acero de refuerzo, con la figuración indicada en los planos.

Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del concreto de acuerdo con las indicaciones de los planos de detalle o constructivos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones deben garantizar la calidad de las estructuras construidas.

Antes de fundir el concreto primario debe tenerse especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que los pernos queden correctamente fijados y embebidos en el concreto y alíneados de acuerdo con las indicaciones de los planos de detalle o constructivos, y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Para esto, se deben suministrar plantillas y otros elementos necesarios para garantizar la localización exacta de los pernos.

Durante el vaciado del concreto de los pedestales se debe asegurar que los pernos no se desplacen o inclinen.

Las fundaciones para pórticos y equipos deben ser terminadas con un concreto secundario que se coloca después del montaje y nivelación de las estructuras metálicas. Antes de vaciar los concretos secundarios, se deberá aplicar a la superficie del concreto primario un adherente epóxico, que garantice la plena adherencia del concreto endurecido con el concreto fresco.

La construcción de las fundaciones debe incluir los ductos requeridos como accesos para conexiones de equipos a cárcamos y conexiones a la malla de puesta a tierra, de acuerdo con las indicaciones de los planos y las especificaciones correspondientes en cuanto a la clase de ductos y sus sistema de instalación, teniendo en cuenta que los ductos entre la fundación del equipo y la caja se construyen con tubería metálica galvanizada y los ductos entre las cajas y el

cárcamo se construye con tubería PVC, en los diámetros, tipos y secciones que se indiquen en los planos.

l) Concretos

Esta actividad consiste en la construcción de las obras en concreto simple, ciclópeo o reforzado que forman parte de estructuras de: fundaciones de pórticos, fundaciones de equipos, bases de transformadores, fosos de aceite, estructuras de drenaje y demás estructuras requeridas para las obras objeto de este contrato. Comprende el suministro de materiales, preparación y diseño de mezclas; suministro, colocación y remoción de formaletas; transporte, colocación, fraguado, acabado, curado, reparaciones, herramientas, ensayos de resistencia de las mezclas usadas y en general todas las operaciones para ejecutar las obras de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Todos los trabajos relacionados con concreto se deben regir primordialmente por las estipulaciones aplicables de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-2010.

m) Anclajes y elementos embebidos en el concreto

El constructor debe instalar correctamente las piezas embebidas, sellos, anclajes metálicos, camisas, pasamuros y tuberías o accesorios que atraviesan las estructuras, antes de fundir el concreto. Debe tener especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso, para que dichos elementos queden correctamente fijados en el concreto en la localización indicada en los planos, con las pendientes verticales y horizontales mostradas en los planos y para que no se formen vacíos, grietas u hormigueros en los sitios en donde se instalen. Principalmente debe proveer inspección especial en la zona donde van los pernos de anclaje.

Los pernos de anclaje de elementos metálicos o equipos deben localizarse con ayuda de una comisión de topografía que garantice su ubicación exacta de acuerdo con la posición indicada en los planos, las recomendaciones de los fabricantes, y

mediante la utilización de plantillas. Los pernos de anclaje deben ser entregados al final de la obra perfectamente alíneados horizontal y verticalmente, así mismo limpios de cualquier material en la parte que sobresale.

n) Estructuras metálicas

Esta actividad incluye todas las partes de acero estructural necesarias para la construcción de los elementos y estructuras metálicas que se muestran en los planos de detalle o constructivos y que forman parte de la obra; así mismo las actividades necesarias para la correcta instalación en la obra de todos los elementos metálicos requeridos para conformar los pórticos en celosía en el patio de 500 kV y de los soportes de equipos que se requieran, de acuerdo con lo indicado en los planos. Los soportes estructurales para el apoyo de los equipos serán suministrados con los equipos.

El acero para las construcciones se debe almacenar bajo cubierta y sobre soportes o plataformas, en tal forma que no estén en contacto con el terreno ni con sustancias que provoquen su oxidación y deterioro. Las vigas y perfiles estructurales deben colocarse con el alma en posición vertical.

Los trabajos de soldadura y los materiales deben cumplir con los requisitos de la Norma AWS D.1.0.

El montaje completo de las estructuras incluye el transporte, el manejo, la colocación de todos los componentes del suministro en los patios de almacenamiento temporal y el montaje e instalación final de las estructuras en el sitio.

Las estructuras deben aplomarse y nivelarse cuidadosamente. Deben colocarse riostras y puntales provisionales donde quiera que se necesiten para resistir todas las cargas a las que puede estar sujeta la estructura durante su ensamble, incluyendo las del equipo y las que originan la operación de éste. El arriostramiento debe mantenerse por todo el tiempo que la seguridad exija.

o) Drenajes

Esta actividad consiste en el suministro, manejo y colocación de las tuberías con todos sus accesorios, perforadas o no, en la construcción de cunetas, drenes, obras de arte, obras de infiltración, etc, necesaria para un adecuado drenaje y desagüe de aguas superficiales y subterráneas en la subestación. Este sistema de drenajes se diseñará en la ingeniería de detalle.

En general, para las operaciones de suministro, colocación, instalación, unión y pruebas de las tuberías, piezas especiales, válvulas y accesorios, se deberán tener en cuenta las instrucciones del fabricante respectivo.

El sistema de drenaje de aguas lluvias se debe construir utilizando tuberías, polivinilo (PVC), y concreto simple, perforadas o no, según se indique en los planos de detalle o especificaciones técnicas.

Los tubos y accesorios deben ser de la mejor calidad. No se acepta la instalación de tubos o accesorios que hayan sufrido algún desperfecto debido al manejo o transporte.

Las tuberías para los desagües de las cámaras de tiro de cables, será de PVC con los diámetros indicados.

La tubería debe instalarse a partir del punto más bajo del terreno y con la campana hacia la parte más alta de la pendiente. Las uniones de los tubos se deben hacer con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 si son tuberías para desagüe y a junta pérdida si son tuberías para drenaje (perforada). Las uniones deben protegerse del aire y del sol con un recubrimiento de tierra y papel humedecido. La tubería perforada se debe colocar con las perforaciones hacia abajo y según las indicaciones de los planos.

p) Cajas de inspección

Las excavaciones necesarias para la construcción de las cajas de inspección se deben realizar de acuerdo con la especificación "Excavaciones", hasta las cotas y según los alíneamientos mostrados en los planos y/o lo ordenado por el Interventor.

Para los muros en concreto, se debe confinar y fundir mediante formaletas adecuadas, según los espesores, inmediatamente después de haber fundido la placa de piso en primera etapa.

En las cajas se deben hacer cañuelas en mortero para encauzar los drenajes. Se deben colocar las tuberías indicadas en los planos de detalle o constructivos. Las entradas y salidas de los tubos deben emboquillarse con mortero o dejar los niples respectivos en el momento de fundir el concreto de las cajas, para evitar infiltraciones.

Para las cajas de inspección, la tapa debe ser de concreto reforzado de la clase indicada en los planos prefabricada con marco en perfiles de acero soldados, con las dimensiones y, con un sistema de argolla para su fácil remoción y demás especificaciones que se indiquen en los planos. Las tapas deberán ajustar perfectamente sobre el borde de la capa para evitar escape de olores.

Las cotas superiores de las cajas deben quedar a nivel del piso del ambiente correspondiente y recibir la misma clase de acabado.

q) Pavimentos

En esta sección se especifican las actividades requeridas para la construcción del pavimento en la vía interna de la subestación, incluyendo la preparación o adecuación de la subrasante, la construcción de la sub-base y base, la imprimación, la construcción del pavimento y la instalación de bordillos de acuerdo con los planos.

Se acatará lo dispuesto en las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras y las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

- *Preparación de la sub-rasante:* Esta actividad consiste en la ejecución de las excavaciones y llenos necesarios para llevar el terreno a los niveles a partir de los cuales se construirá la estructura del pavimento.

  La banca se debe conformar de acuerdo con las características geométricas del proyecto acorde con los planos de detalle o constructivos, con el artículo 210-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS y con las especificaciones referentes a “Movimiento de Tierras”, contenidas en este documento.

  En la ejecución de los llenos necesarios, se utilizará preferiblemente material procedente de los cortes de la misma vía o cercanos a esta, si este material es apto. En caso contrario, se utilizará un material seleccionado que cumpla con la especificación indicada más adelante para la sub-base.

  La subrasante de la banca debe escarificarse en una profundidad de 15 cm, conformarse de acuerdo con las pendientes transversales especificadas en los planos y debe compactarse hasta obtener el 95% de la densidad seca máxima, determinada según el ensayo Próctor Modificado (INV-E-142).

- *Sub-base granular:* Este trabajo consiste en la colocación de una capa de material seleccionado sobre la subrasante con el fin de mejorar la capacidad de carga de ésta, disminuyendo el espesor necesario de la base, mejorando las condiciones de drenaje de la subrasante e impidiendo que la base se vea afectada por los cambios volumétricos que puedan ocurrir en aquella por su plasticidad o elasticidad.

  En caso de suelos expansivos siempre será necesaria la construcción de la sub-base. Para su ejecución se tendrá en cuenta lo establecido en los artículos 300-13 y 320-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS.

  La sub-base se compondrá de partículas duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras

sustancias perjudiciales. Los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias, para obtener el tamaño y gradación indicada en el artículo 320-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3-66 Granulometría Sub-Base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)	
NORMAL (mm)	ALTERNO (Pulg)	SBG-50	SBG-38
50	2	100	-
37.5	1 1/2	70-95	100
25	1	60-90	75-95
12.5	1/2	45-75	55-85
9.5	3/8	40-70	45-75
4.75	No.4	25-55	30-60
2	No.10	15-40	20-45
425µm	No.40	6-25	8-30
75µm	No.200	2-15	2-15

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS - 2013.

Tabla 3-67 Requisitos De Los Agregados Para Sub-Base Granular Clase C

TIPO DE GRADACIÓN	DESGASTE DE LOS ANGELES	PERDIDAS EN ENSAYO DE SOLIDEZ EN		C.B.R	I.P	EQUIVALENTE DE ARENA	CONTENIDO TERRONES ARCILLA
		SULFATO DE SODIO	SULFATO DE MAGNESIO				
NORMA INV	E-218 Y E-219	E-220	E-220	E-148	E-125 y E-126	E-133	E-211
REQUISITOS	50% máx	12% máx	18% máx	30% mín	≤6	25% mín	2% máx

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS - 2013.

Los materiales se dispondrán en un cordón de sección uniforme. Si se va a utilizar la combinación de varios materiales, éstos deben mezclarse previamente en seco con el fin de garantizar su uniformidad. Así acordonado el material se humedecerá y mezclará hasta obtener una humedad uniforme igual a la humedad óptima determinada en el ensayo Próctor Modificado. En la fuente de materiales se retirarán por zarandeo los sobre tamaños.

Una vez humedecida la mezcla, se iniciará su extendido en capas sucesivas en espesores no mayores de 15 cm compactadas, hasta obtener el espesor indicado. Durante la compactación se compensarán las pérdidas de humedad mediante oportunos riegos con agua. A cada capa de la sub-base se realizarán ensayos de densidad en el terreno, en un número no inferior a uno por cada 200

metros lineales o uno por cada jornada de trabajo si es menor a la longitud indicada. No se aceptarán tramos con compactaciones inferiores al 95% del Próctor Modificado.

- *Base granular:* Se refiere a la colocación de una o varias capas de material seleccionado como base de la estructura del pavimento, sobre la sub-base o la subrasante, hasta alcanzar los niveles del Proyecto.

  Para su ejecución se tendrán en cuenta las normas vigentes del INVIAS, dependiendo del tipo de materiales que se utilicen.

  Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias, pero será obligatorio en la construcción de la base, el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

  De acuerdo con el artículo 300-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales utilizados como base granular son los siguientes:

Tabla 3-68 Requisitos De Los Agregados Para Base Granular Clase C

TIPO DE GRADACIÓN	DESGASTE DE LOS ANGELES	PERDIDAS EN ENSAYO DE SOLIDEZ EN		INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO	C.B.R	I.P	EQUIVALENTE DE ARENA	CONTENIDO TERRONES ARCILLA
		SULFATO DE SODIO	SULFATO DE MAGNESIO					
NORMA INV	E-218	E-220	E-220	E-230	E-148	E-125 y E-126	E-133	E-211
REQUISITOS	40% máx	12% máx	18% máx	35% máx	≥80%	3% máx	30% mín	2% máx

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS - 2013.

Además de los requisitos de calidad especificados anteriormente, los agregados para la construcción de la base granular deberán ajustarse a las siguientes franjas granulométricas, determinadas en el artículo 330-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS.

Tabla 3-69 Granulometría Base Granular

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%) GRADACIÓN GRUESA		PORCENTAJE QUE PASA (%) GRADACIÓN FINA	
NORMAL (mm)	ALTERNO (Pulg)	BG-40	SBG-27	BG-38	SBG-25
37.5	1 1/2	100	-	100	-
25	1	75-100	100	70-100	100
12.5	1/2	65-90	75-100	60-90	70-100
9.5	3/8	45-68	52-78	45-75	50-80
4.75	No.4	30-50	35-59	30-60	35-65
2	No.10	15-32	20-40	20-45	20-45
425µm	No.40	7-20	8-22	10-30	10-30
75µm	No.200	0-9	0-9	5-15	5-15

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS - 2013.

El material de base se colocará y esparcirá uniformemente en todo lo ancho de la vía en capas cuyo espesor después de compactado no sea mayor a 10 cm hasta obtener el espesor especificado.

Se procederá al extendido y compactación completa cuando la mezcla sea homogénea en gradación y humedad. Debe evitarse la disgregación del material.

Para obtener la densidad requerida el material debe humedecerse hasta alcanzar la humedad óptima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (INV E-142). Si la humedad es muy alta, el material debe removerse, airearse y dejarse secar hasta que adquiera la óptima que permita compactar el material y alcanzar la densidad especificada.

La superficie de afirmado de la base debe perfilarse de acuerdo con las características geométricas del Proyecto y debe quedar uniformemente compactada. Se deben realizar ensayos de densidad en el terreno, la cual podrá ser determinada por cualquier método aplicable a los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 Y E-164; los resultados obtenidos a partir de alguno de estos ensayos sobre la base compactada deben dar resultados iguales o superiores al 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado.

- Pavimento en concreto hidráulico : Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico en forma de losas, como capa de rodadura de la estructura de un pavimento rígido, con o sin refuerzo; la ejecución y el sellado de juntas; el acabado; el curado y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento de concreto hidráulico, de acuerdo con los alíneamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o ajustado por el Interventor. La construcción del pavimento se hará bajo el artículo 500-13 de INVÍAS.

r) Caseta de control

- Localización y replanteo: Comprende entre otras actividades, determinar como referencia planimétrica y altimétrica el sistema de coordenadas y el BM empleado en el levantamiento topográfico, verificar linderos, cabida del lote y aislamientos, identificar ejes extremos del proyecto y localizar ejes estructurales.
- Excavación mecánica: Se refiere al desplazamiento de volúmenes de excavación, rellenos y retiro de capa vegetal; necesaria para obtener las cotas de fundación y los espesores de subbases de acuerdo con los niveles de pisos contenidos en los Planos Generales. Incluye corte, carga y retiro de sobrantes.
- Relleno con recebo común. B200 – B400 – B600: Comprende el suministro, colocación y compactación de material de sub-base granular tipo B200, B400 o B600 según las cantidades estipuladas, sobre una superficie debidamente preparada, en una o más capas, de acuerdo con los alíneamientos y dimensiones que se indiquen en los Planos Generales, Planos de Detalle y Estudio de Suelos del proyecto.
- Excavación manual: Consiste en el movimiento de tierras en volúmenes pequeños y a poca profundidad, necesarios para la ejecución de zapatas, vigas de amarre, vigas de rigidez, muros de contención y otros. Por regla

general, se realizan donde no es posible realizarlo por medios mecánicos. Incluye el corte, carga y retiro de sobrantes.

- Zapatas, pedestales, vigas de cimentación: Ejecución de zapatas y vigas en concreto reforzado de 3000 PSI, (21 Mpa) para cimentaciones en aquellos sitios determinados dentro de los Planos Estructurales.
- Muros en mampostería estructural de arcilla: Mampostería interior que se ejecutará con Bloque Nº 4 o 5, estriado, distribuido de acuerdo con las dimensiones totales indicadas en los Planos Generales y de Detalle. El bloque debe ser cortado a máquina, sólido, bien cocido, de forma regular y de las dimensiones correctas. Incluye la ejecución de uniones entre elementos estructurales y no estructurales.
- Acero de refuerzo: Suministro, corte, figuración, amarre y colocación del refuerzo de acero de para elementos de mampostería en concreto reforzado según las indicaciones que contienen los Planos Estructurales. El refuerzo y su colocación deben cumplir con la norma NSR 10. Esta especificación rige para acero de 37.000 psi, de 60.000 psi, mallas y grafiles de acero.
- Vigas y dinteles concreto de 3.000 psi: Se refiere este ítem a la ejecución de dinteles en concreto reforzado de 3.000 psi, las medidas serán las especificadas en el proyecto.
- Cubierta: Se refiere a la instalación de estructura de cubierta y teja según especificaciones e instrucciones del fabricante.
- Acabados.
- Carpintería metálica.

s) Cárcamos o canaletas para cables eléctricos

Este trabajo se refiere a la construcción de cárcamos para instalación de cables de fuerza, control y soporte de celdas y tableros de acuerdo con los detalles mostrados en los planos constructivos y según las especificaciones técnicas.

Los cárcamos del patio exterior deben tener una base de concreto y muros de concreto impermeabilizado construidos de acuerdo con las especificaciones técnicas y los detalles especificados en los planos constructivos. Las tapas de las canaletas serán en concreto prefabricado de la clase indicada y acero de refuerzo de calidad, forma y dimensiones señaladas.

t) Bancos de ductos para cables eléctrico

Esta actividad corresponde a la construcción de bancos de ductos para cables eléctricos, en los sitios indicados y de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

Los ductos y accesorios deben ser especiales para ductos eléctricos según se indica en los planos, dependiendo del sector en el cual se instalará (zonas en grava y/o zonas verdes y en cruce de vías).

u) Sardineles en concreto

En los sitios indicados en los planos, se deben construir sardineles de acuerdo con el diseño indicado y debe cumplir con lo estipulado en la especificación correspondiente a concretos.

La formaleta utilizada debe ser preferiblemente metálica o de buena madera según la aprobación del Interventor, para lograr el mejor acabado de las caras a la vista.

El retiro de las formaletas se debe realizar antes de que el concreto haya fraguado completamente y luego se alisarán las caras superiores y adyacentes al pavimento con llana o palustre para producir un buen acabado.

Se deben dejar juntas de dilatación cada 1,5 metros procurando que coincidan con las de los andenes contiguos.

v) Acabados de patio

- Piso en grava: Corresponde a los trabajos para la construcción de una base de material granular grueso en la superficie del patio de la subestación. El espesor del acabado será de 0,1 m.

El material granular deberá obtenerse de fuentes aluviales o por trituración y lavado de roca no meteorizada de una cantera autorizada. No se permitirá la utilización de materiales que contengan sustancias orgánicas, arcillas o materiales en descomposición o cualquier otro producto objetable.

La gradación del material para el acabado del patio de conexiones deberá estar dentro de los siguientes límites:

Tabla 3-70 Granulometría Acabado De Patio

MALLA US STANDARD		% PORCENTAJE QUE PASA
mm	Pulgadas	
50,8	2	100
38,1	1 ½	70 – 85

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS - 2013.

En los fosos colectores de aceite se utilizará material granular limpio y redondeado con una gradación única comprendida entre tamaños de 2 ½ y 3 pulgadas.

La superficie que vaya a servir de fundación para el acabado del patio de conexiones deberá limpiarse de cualquier material suelto, removido, erosionado o inadecuado, se perfilará y compactará con mínimo cuatro (4) pasadas de rana hasta obtener una superficie lisa y compacta con las cotas y pendientes indicadas en los planos.

El material de acabado se colocará y esparcirá uniformemente a todo lo largo y ancho del patio de conexiones y se compactará mediante el empleo de equipo mecánico liviano (rana o vibro-compactador) en por lo menos 2 pasadas.

- Piso en grama: Esta actividad comprende el revestimiento de áreas del proyecto definidas, ya sea mediante el trasplante de bloques de césped o el

revestimiento con tierra orgánica y la subsiguiente siembra de semillas de pasto.

w) Obras eléctricas

- Instalación y montaje de interruptor tripolar y monopolar

Para el montaje el contratista deberá tener en cuenta las instrucciones e indicaciones establecidas por el fabricante en cuanto la manera de izar, transportar, anclar e instalar el equipo, debe quedar completamente nivelado y los herrajes de anclaje deben ser troquelados de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

- Instalación y montaje de seccionador

Para el traslado, montaje e instalación de los seccionadores se seguirán las instrucciones del manual del fabricante. Para la ejecución de estas actividades el contratista debe emplear personal suficientemente capacitado y con la experiencia adecuada para este tipo de montajes.

Se requiere la instalación de las bases de soporte, la instalación del gabinete de instrumentación y control, el armado del varillaje entre polos, el conexionado del seccionador y la instalación del seccionador propiamente dicho.

- Instalación y montaje de transformadores

Para el traslado, montaje e instalación de los transformadores se seguirán las instrucciones del manual del fabricante. Para la ejecución de estas actividades el contratista debe emplear personal suficientemente capacitado y con la experiencia adecuada para este tipo de montajes.

- Instalación de sistema de puesta a tierra

Consiste en la instalación del cable de puesta a tierra en conductor de cobre desnudo temple suave calibre 500 kcmil y de la malla de puesta a tierra, enterrada a 0,6 m de profundidad.

Todas las estructuras de los equipos deben quedar puestas a tierra.

Todos los equipos de patio, pararrayos, transformadores de tensión y corriente, seccionadores, interruptores deben quedar puestos a tierra en todos los terminales de tierra que posea el equipo.

Los seccionadores deben quedar puestos a tierra en cada polo. Los interruptores monopolares deben quedar puestos a tierra cada uno en los puntos de puesta a tierra que tenga el equipo.

- Instalación y montaje de tableros de control, protección y medición

Para el traslado, montaje e instalación de los tableros de control, protección y medición se seguirán las instrucciones del manual del fabricante. Para la ejecución de estas actividades el contratista debe emplear personal suficientemente capacitado y con la experiencia adecuada para este tipo de montajes.

3.2.4.4 Infraestructura de la Línea de evacuación de energía 500kV

La línea de evacuación proyectada comprende una longitud de 5,92 Km en circuito simple desde en el pórtico de la Subestación Elevadora El Uvero, ubicada dentro de los predios del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW, hasta el sector de la Retirada donde se conectará al apoyo No.4 de la línea de evacuación del proyecto licenciado[6] "***Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400 MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***", a partir de allí y por una longitud de 8,85 Km los dos proyectos compartirán las torres de transmisión del proyecto Guayepo 400MW en una configuración de doble circuito hasta la Subestación electrica de Sabanalarga.

El nivel de tensión de 500 kV de la línea de evacuación permitirá evacuar la energía en Alta Tensión (AT) disminuyendo las pérdidas de energía y la sección del conductor, lo que a su vez minimiza las estructuras eléctricas de evacuación.

Las principales características de la línea son las siguientes, ver Tabla 3-71:

[6] *Resolución 00981 de 8 de junio de 2021 Expediente ANLA LAV 0036-00-202*

Tabla 3-71.Características Técnicas De La Línea De Evacuación

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	60 Hz
Tensión nominal de la red	500 kV
Origen	SE EL UVERO 34,5/500 KV
Final	Apoyo nº4 Línea Guayepo 400MW
Longitud	5,92 km
Nº de circuitos	1
Factor de carga	7,8%
Capacidad de transporte	2,601,70 MVA verano 3,011,03 MVA invierno
Nº de cables por fase	4
Tipo de cable	ACAR 650 18x19
Cable de guarda	(2X) OPGW-48 17 kA
Tipo de aislamiento	Vidrio templado, tipo caperuza y vástago
Disposición de los cables	Separadores 457mm
Nº unidades terminales origen	3
Nº unidades terminales final	3

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Se ha definido un total de diecinueve (19) torres más (1) un pórtico, cuyas características han sido seleccionadas considerando la distancia mínima de seguridad al suelo, los esfuerzos producidos sobre cada uno de los apoyos, alturas del punto de amarre y límites de utilización para los cuales han sido diseñadas. Las distancias entre apoyos oscilan entre los 200 y 450 metros.

En el diseño se han ubicado las torres, teniendo en cuenta la infraestructura social y productiva existente, como son: las vías, caminos, predios, quebradas, canales, taludes pronunciados, sitios inestables y los cruces con líneas eléctricas. En la Tabla 3-72 se describen las características principales de cada uno de los sitios donde se implantarán los apoyos de la línea de evacuación. También se ha tenido en cuenta que se minimice los campos electromagnéticos generados, garantizando que se cumplen los rangos permisibles de exposición establecidas por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), adoptado por el Ministerio de Minas y Energía mediante Resolución No. 90708 de agosto 30 de 2013.

En el **Anexo 3.1 Diseños Parque y línea**, planos **MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0052-PPLT - Planchas 1 a la 12**, se muestra en detalle la implantación y perfiles del diseño de la línea de Evacuación de 500 kV.

Tabla 3-72 Descripción Sitios de Torre Línea de Evacuación

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T1	Pórtico en SE_El Uvero	K0+000	4801310,228	2727513,561	29,727	Sector plano en medio de pastizal dedicado a la ganadería.	
T2	T01	K0+069	4801251,213	2727550,156	30,000	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T3	T02	K0+307	4801225,899	2727785,289	30,231	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T4	T03	K0+558	4801198,993	2728035,207	30,664	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T5	T04	K0+856	4801141,411	2728326,831	31,000	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T6	T05	K1+170	4801080,475	2728635,445	31,569	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T7	T06	K1+570	4800969,368	2729019,540	30,555	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería.	
T8	T07	K1+879	4800883,578	2729316,184	32,000	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería.	
T9	T08	K2+294	4800764,026	2729712,572	33,482	Sector plano de pastos limpios, con algunos árboles. Predio dedicado a la ganadería.	

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T10	T09	K2+563	4800525,591	2729837,707	34,490	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T11	T10	K2+800	4800315,822	2729947,807	36,000	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T12	T11	K3+243	4799923,723	2730153,612	38,383	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T13	T12	K3+599	4799608,638	2730319,017	39,857	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T14	T13	K3+902	4799340,369	2730459,820	43,392	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T15	T14	K4+280	4799117,236	2730764,772	39,398	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T16	T15	K4+639	4798905,196	2731054,580	43,699	Sector plano de pastos arbolados, dedicado a la ganadería.	
T17	T16	K5+031	4798695,765	2731385,759	46,404	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería.	
T18	T17	K5+347	4798616,303	2731691,604	51,916	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería.	

ID GDB	ID ING	ABSCISA	COORDENADAS DATUM CTM12			DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
			ESTE	NORTE	Altitud (m.s.n.m)		
T19	T18	K5+728	4798290,680	2731889,300	49,431	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería.	
T20	T19	K5+812	4798272,441	2731970,875	48,000	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería.	
T21	T20 - Punto de Conexión T04_G400	K5+925	4798300.428	2732080,616	52,525	Sector plano de pastos limpios, dedicado a la ganadería. La estructura de apoyo pertenece al proyecto licenciado Guayepo 400MW.	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.4.1 Características de los elementos de la línea de evacuación

A continuación, se describen los principales elementos que compondrán la línea de evacuación de 500 kV del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW hasta el punto de conexión con el proyecto "***Parque Solar Fotovoltaico* Guayepo *400MW, su Línea de Evacuación 500 kV y Bahía de Conexión***" en el sector de la Retirada.

Se aclara que los cálculos de volúmenes estimados de descapote, corte, relleno y excavación; los volúmenes de materiales sobrantes de construcción y materiales reutilizables, la estimación de maquinaria, vehículos, equipos; los sistemas y fuentes de generación de energía y demás insumos que requiere la construcción y operación del proyecto se encontraran en el numeral 3.2.5 INSUMOS DEL PROYECTO.

De igual forma el manejo y disposición de los materiales sobrantes se describirá en el numeral 3.2.6 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. y el volumen de residuos domésticos y no domésticos a generar en la fase de construcción se estiman en el numeral 3.2.7 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.

3.2.4.4.1.1 Conductor

La línea de evacuación a 500 kV estará construida en configuración horizontal con cuatro (4) sub conductores por fase, separados 457mm. El diámetro de los sub conductores deberá estar comprendido entre 21 y 28mm. En zonas con contaminación salina, deberán utilizarse conductores tipo ACSR/AW, AAAC o ACAR. Se ha elegido el conductor ACAR 650 MCM. Ver Tabla 3-73.

Tabla 3-73.Características Técnicas Del Conductor

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Tipo	ACAR
Calibre	650
Composición	18x19
Peso (Kg/km)	908,1
Diámetro (mm)	23,59
Sección total (mm2)	330
Resistencia (Ohm/Km)	0,09734
Tensión de rotura (daN)	7.610

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.4.1.2 Cable de guarda

Las líneas de evacuación a 500 kV, deberán utilizar dos cables de guarda, para obtener una protección adecuada ante las descargas atmosféricas. En la Tabla 3-74 se resumen las características técnicas del cable de guarda.

Tabla 3-74.Características Técnicas Del Cable De Guarda

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Tipo	OPGW-48
Peso (Kg/km)	0,624
Diámetro (mm)	17,1
Sección total (mm2)	159,3
Resistencia (Ohm/Km)	0,231
Tensión de rotura (Kg)	12.050

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.4.1.3 Tipo de aislamiento

Los aisladores empleados son de vidrio. La resistencia electromecánica mínima de las cadenas de aisladores será de 300 kN para suspensión y de 300 kN para retención. Todos los herrajes deberán ser fabricados en acero galvanizado.

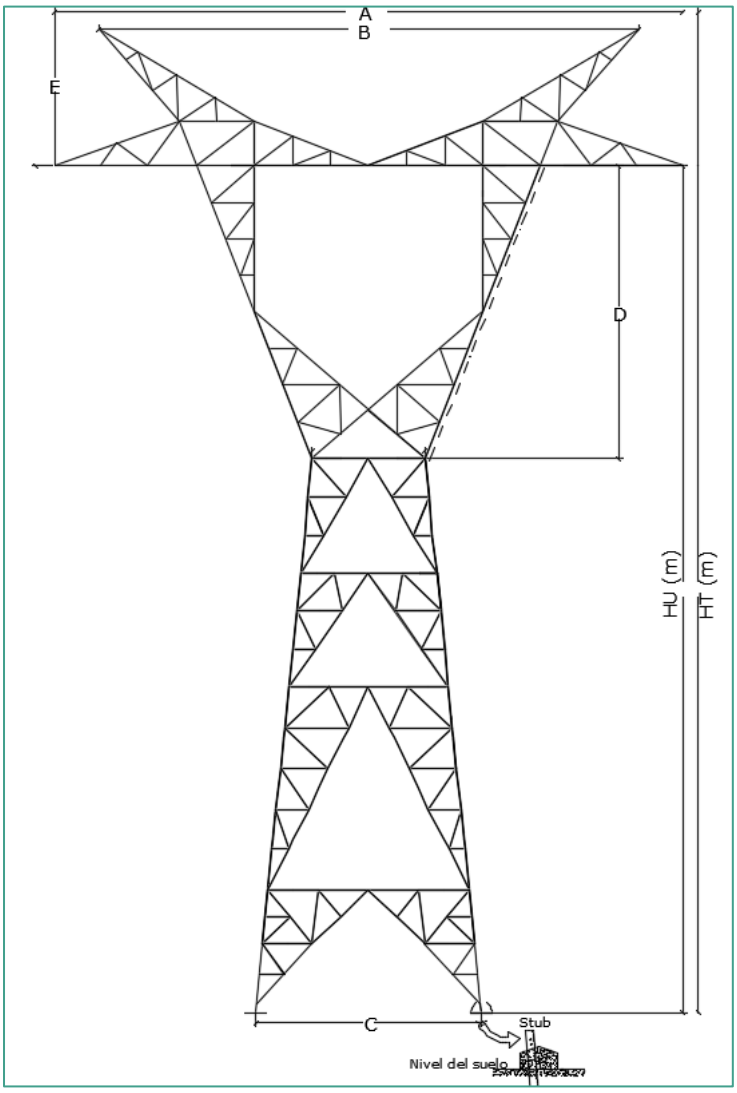
3.2.4.4.1.4 Estructura

Las torres del Sistema de Conexión Eléctrico serán de marco metálico galvanizado, con capacidad para un circuito, estarán diseñadas paras las distintas condiciones de terreno y de tracción de la LCE y se estima que tendrán una altura aproximada entre 32 y 52 metros.

El tipo de apoyos es variable a lo largo de la línea, se han seleccionado los apoyos más apropiados consultando al fabricante IMEDEXSA, para cada situación en función de los esfuerzos que ha de resistir y las alturas que tienen que mantener. Todos los apoyos son torres tronco piramidal de sección construida con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería. El tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

Se contemplan dos tipos de apoyo, uno correspondiente a las torres de suspensión (IMECG-SUS-500) cuyo ángulo de desvío de la línea es menor a dos grados y el segundo tipo correspondiente a las torres de remate o intermedias donde el desvío de la línea sea mayor a dos grados e inferior a 60° (IMECG-FL-500). En la Figura 3.71 y Tabla 3-75 se detalla la geometría básica en metros de los apoyos propuestos. Ver Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0056-GBAP Planchas 1 a 3.

Figura 3.71 Geometría Básica Apoyo Tipo IMECG



Fuente: IMEDEXSA

Tabla 3-75 Geometría Apoyos En Metros.

ID ING	SERIE IMEDEXSA	HU	HT	A	B	C	D	E
T01	IMECG-FL-500 (60º).032	32	38	27.5	23.6	10.645	12.8	6
T02	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T03	IMECG-FL-500 (60º).026	26	32	27.5	23.6	11.515	12.8	6
T04	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T05	IMECG-FL-500 (60º).032	32	38	27.5	23.6	8.44	12.8	6
T06	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T07	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T08	IMECG-FL-500 (60º).032	32	38	27.5	23.6	8.44	12.8	6
T09	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T10	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T11	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T12	IMECG-SUS-500 (0-2º).038	38	40.5	23.5	20	9.34	13.1	2.5
T13	IMECG-FL-500 (60º).032	32	38	27.5	23.6	12.036	12.8	6
T14	IMECG-SUS-500 (0-2º).047	47	49.5	23.5	20	11.14	13.1	2.5
T15	IMECG-FL-500 (60º).046	46	52	27.5	23.6	12.036	12.8	6
T16	IMECG-FL-500 (60º).032	32	38	27.5	23.6	8.44	12.8	6
T17	IMECG-FL-500 (60º).046	46	52	27.5	23.6	12.036	12.8	6
T18	IMECG-FL-500 (60º).046	46	52	27.5	23.6	12.036	12.8	6
T19	IMECG-FL-500 (60º).046	46	52	27.5	23.6	12.036	12.8	6

Fuente: IMEDEXSA

3.2.4.4.1.5 Cimentaciones

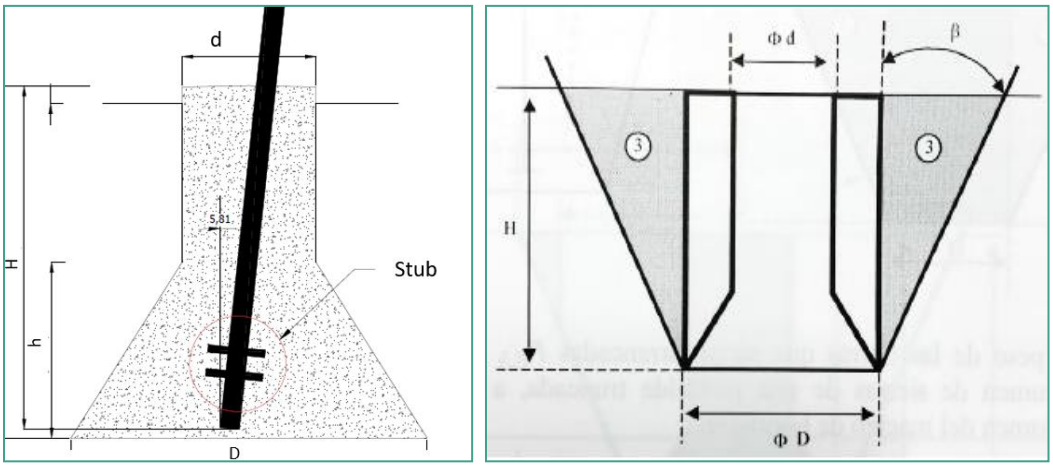
Se han estudiado diferentes tipologías de cimentación para las torres de la línea eléctrica, teniendo en cuenta las siguientes consideración y características del suelo:

- Densidad del terreno (δtierra): 1.800,0 kg/m³
- Tensión admisible terreno (σadm): 250,0 Kpa
- Ángulo de rozamiento interno (β): 25º
- Ángulo del cono de arranque 25º
- Coeficiente de compresibilidad (Ch) a 2,0 m : 80.000KN/m³
- Facilidad de ejecución

- Impacto ambiental

La cimentación de cada torre se realizará para las cuatro patas a través de zapatas aisladas en concreto reforzado tipo tetrabloque circular de pata de elefante, Figura 3.72.

Figura 3.72. Detalle Diseño Cimentación Torres

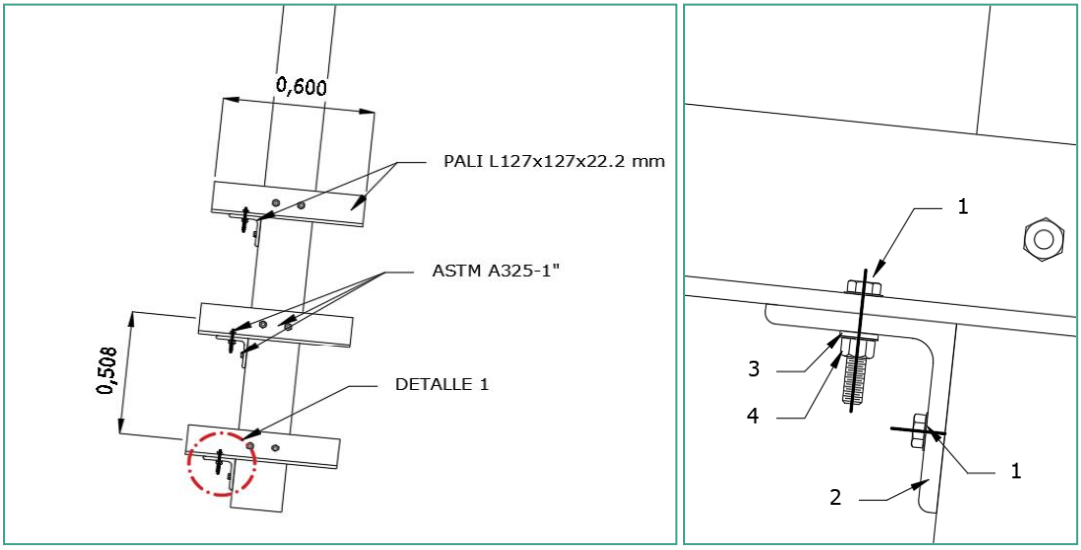


Fuente: IMEDEXSA

De la fundación sobresale un perfil metálico llamado Stub (anclaje metálico) Figura 3.73, que es la base sobre la cual se arma o teje el resto de la estructura de la torre. Se tienen dos tipos de zapata correspondiente con los dos tipos de apoyos, torres en ángulo y torres de suspensión. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0057-DECI se presentan las dimensiones de los cimientos para cada tipo de torre.

Los cálculos del diseño de las cimentaciones se describen detalladamente en el Anexo 3.3. Geotecnia.

Figura 3.73. Detalle Unión Stubs – Casquillos - Tornillos



Fuente: IMEDEXSA

Los volúmenes de excavación y concreto requeridos para la construcción de los cimientos de las torres se detalla en la Tabla 3-76.

Tabla 3-76 Volúmenes Cimentación

CIMIENTO TORRE	VOLUMEN EXCAVACION X APOYO (m3)	VOLUMEN RELLENO X APOYO (m3)	VOLUMEN SOBRANTE X APOYO (m3)	VOLUMEN CONCRETO X APOYO (m3)	APOYOS X TORRE	NO. TORRES	VOLUMEN TOTAL EXCAVACION (m3)	VOLUMEN TOTAL REUTILIZADO (m3)	VOLUMEN TOTAL SOBRANTE (m3)	VOLUMEN TOTAL CONCRETO (m3)
TORRE EN SUSPENSIÓN	20,17	16,39	3,78	3,94	4	9	726,22	590,05	136,17	141,82
TORRE EN ÁNGULO	77,84	61,96	15,88	16,23	4	10	3113,50	2478,37	635,13	649,26
TOTALES							**3839,72**	**3068,42**	**771,29**	**791,09**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

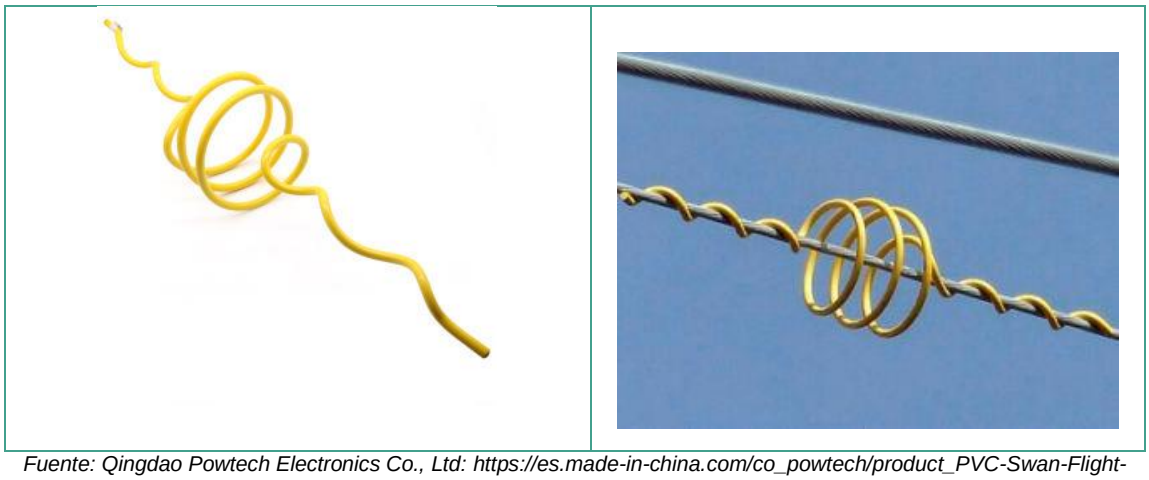
El material procedente de la excavación que sea apto para el posterior relleno de esta, se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención del material. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la reimplantación y extendido de la cobertura vegetal de la excavación. Los rellenos y en general todos los residuos no factibles de ser utilizados, serán retirados del área de la obra para ser depositados en la Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación ZODME definida para el proyecto cuya información se detalla en el numeral 3.2.6 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

3.2.4.4.1.6 Desviadores de vuelo

Para evitar o disminuir de manera significativa las colisiones de aves sobre el cable de guarda o los conductores de la línea eléctrica se implementarán unos desviadores de vuelo en forma de espiral.

Los desviadores serán de PVC, de una longitud aproximada de 80 – 116 cm de largo. Tendrán una combinación de colores que permitirá su visibilidad en condiciones variables de luz y contarán con una coloración que permitirá a las aves su fácil detección. Además, mantendrán sus condiciones físicas bajo diferentes condiciones climáticas y ambientales y ser durables en el tiempo, sin llegar a perder su coloración, movilidad o cualquier otra característica que le permita efectuar su función. Ver Figura 3.74.

Figura 3.74. Desviador de vuelo

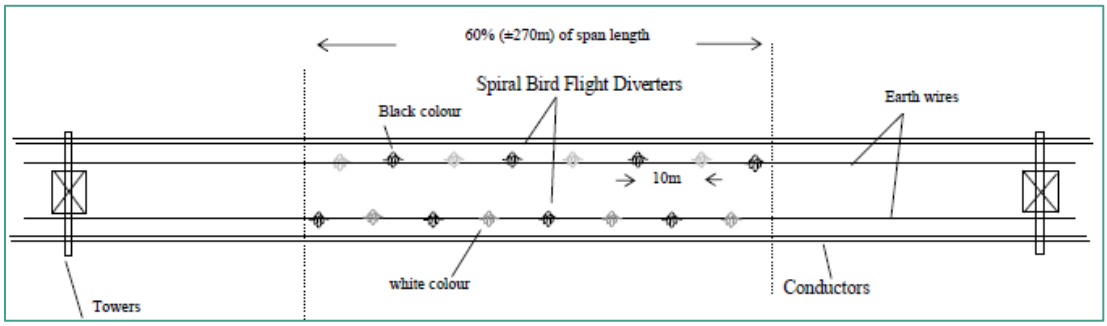


Fuente: Qingdao Powtech Electronics Co., Ltd: https://es.made-in-china.com/co_powtech/product_PVC-Swan-Flight-Diverter-for-Overhead-Conductors_rygroosrg.html

En las áreas con mayor cobertura natural y en zonas que se encuentren en cerca de cuerpos de agua, ya que estos ecosistemas suelen ser visitados por una gran cantidad de especies de aves, se instalarán cada 5 metros. En las zonas abiertas como coberturas de pastos abiertos o pastos arbolados se instalarán cada 10 metros, teniendo en cuenta que, por la ubicación del proyecto, la presencia de aves de gran porte es habitual, y este tipo de cobertura suelen ser zonas de forrajeo para especies de aves rapaces.

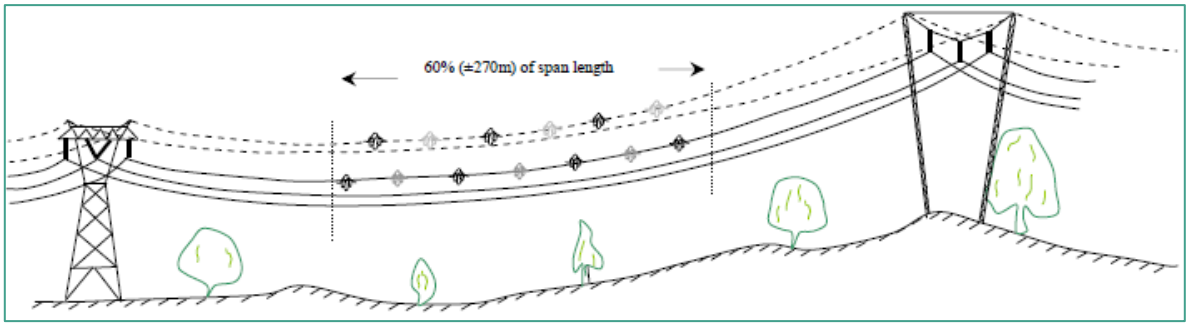
En la Figura 3.75, Figura 3.76, y Figura 3.77 se presenta un esquema de instalación escalonada y distancia propuestas entre desviadores.

Figura 3.75. Esquema de instalación alternada o escalonada de desviadores de vuelo en los cables de guarda



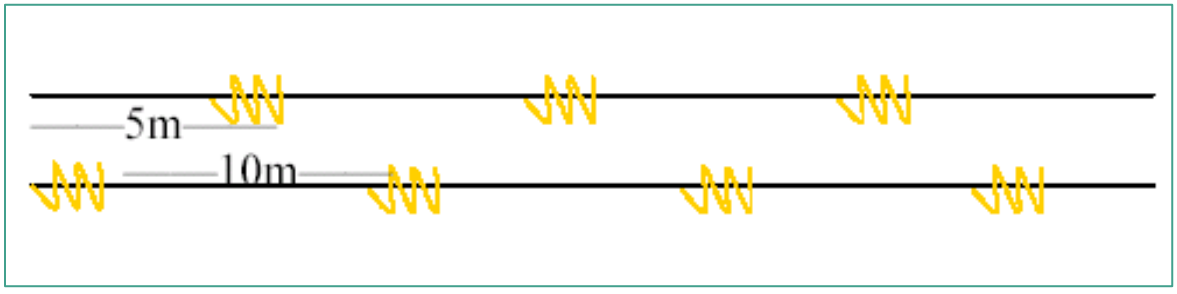
Fuente: http://www.eskom.co.za/content/MIP%20Revised%20DEIR%20-%20App%20G%20(Avifauna)part2~1.pdf

Figura 3.76. Diagrama para instalación de desviadores entre vanos



Fuente: http://www.eskom.co.za/content/MIP%20Revised%20DEIR%20-%20App%20G%20(Avifauna)part2~1.pdf

Figura 3.77. Distancia sugerida e instalación escalonada entre desviadores de vuelo para los cables de guarda



Fuente: Rosselli & De La Zerda (2003)

La instalación de desviadores de vuelo se realizará de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-BI-10 descrita en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.4.4.2 Proceso constructivo

El proceso constructivo de la línea de evacuación comprende las siguientes actividades:

a) Señalización y demarcación del área de trabajo
b) Replanteo topográfico y demarcación

El replanteo del eje del corredor se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante del levantamiento topográfico, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georreferenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto.

Adicionalmente al eje del proyecto, el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente (con estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de lograr correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

Antes de iniciar el tendido debe verificarse la longitud de los vanos, cotas de los sitios de torres, elementos estructurales faltantes y forma de fijación del cable, además de verificar la factibilidad para que las máquinas de tendido puedan ser trasladas e instaladas en el sitio destinado para que efectúen su trabajo y exista el espacio suficiente para que estas puedan ser instaladas.

Si existiese cualquier error, faltante o discrepancia encontrada en los planos, tabla de torres o información topográfica entregada se deberá analizar si requieren un rediseño o si son posibles solventarlas en la construcción de la red.

Las verificaciones y control de obras en construcción o para la ejecución de trabajos de planimetría o altimetría estarán a cargo de Personal Topográfico.

Se debe documentar todas las novedades encontradas y las medias tomadas en la construcción, así como una vez culminada la obra se debe hacer el levantamiento o fiscalización del proyecto tal como quedó construido para su posterior aprobación.

c) Rescate y relocalización de fauna y flora.
d) Adecuación y funcionamiento de sitios de uso temporal.
e) Movilización y acopio de los recursos para la construcción.
f) Remoción cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.
g) Excavaciones estructurales.

Se refiere a la ejecución de las excavaciones requeridas para la construcción de los cimientos de las estructuras de las torres. Para cada tipo de cimentación se prepara un plan específico que establecerá con precisión las diferentes necesidades para cada sector.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación debe ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre según las especificaciones técnicas.

Se debe preparar el terreno para las cimentaciones de tal manera que se obtenga una base firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto debe terminarse cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos de detalle o constructivos.

El material procedente de la excavación que sea apto para el posterior relleno de esta se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención del material. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la reimplantación y extendido de la cobertura vegetal de la excavación. Los sobrantes de excavación y en general todos los residuos no factibles de ser utilizados, serán retirados del área de la obra para ser depositados en la ZODME del proyecto o en sitios aprobados por las autoridades ambientales.

Cuando haya de transcurrir algún tiempo entre la terminación de la excavación y la colocación de concreto, rellenos, tuberías u otros, la excavación debe interrumpirse a un nivel superior en 20 centímetros al del fondo definitivo de la excavación para proteger el terreno del fondo y conseguir que la estructura quede cimentada sobre terreno sin perturbar; los 20 cm protectores solo se podrán remover cuando las labores de construcción subsiguientes estén próximas a comenzar.

h) Rellenos estructurales

Se refiere al suministro, transporte, colocación, eventual humedecimiento o secamiento, mezclado, conformación y compactación de los rellenos en el contorno de las cimentaciones en concreto donde lo indiquen los planos. Estos rellenos se deben hacer con materiales seleccionados provenientes de la misma excavación (cuando sean aptos) o de otras fuentes, de acuerdo con las especificaciones del diseño.

El terreno sobre el cual se van a colocar los rellenos debe estar libre de vegetación, raíces y tierra vegetal. Los materiales de relleno deben estar exentos de materia orgánica, basuras, tierra vegetal o cualquier sustancia perjudicial.

El control de compactación de los rellenos estructurales se hace comparando la densidad de campo con la máxima densidad seca obtenida del ensayo Próctor Modificado según la especificación T-180 de la AASHTO Método D. La densidad obtenida en el relleno no debe ser menor del porcentaje de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor.

Todo material de relleno se debe colocar en capas horizontales no mayores de 15 centímetros de espesor compactado.

Se debe proteger de la lluvia los materiales a emplear en los rellenos, mediante el cubrimiento de esta con material plástico (polietileno), con el fin de evitar la saturación de los materiales, lo cual ocasionará su uso inadecuado. Igualmente,

se deberá tomar las previsiones de drenajes necesarios mediante cunetas perimetrales.

i) Fundaciones Para Torres

Las fundaciones serán construidas en concreto reforzado, con las resistencias y detalles indicados en los planos entregados por el contratista, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios requeridos.

El fondo de las excavaciones que recibirán los concretos debe ser terminado cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos. Las superficies así preparadas deben humedecerse y apisonarse con herramientas adecuadas para darles la compactación necesaria, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de concreto que soportarán.

El terreno de fundación se protegerá con una capa de concreto pobre para solados, del espesor indicado en los planos. Tan pronto como el concreto de solado haya fraguado, se procederá a colocar el acero de refuerzo, con la figuración indicada en los planos.

Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del concreto de acuerdo con las indicaciones de los planos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones deben garantizar la calidad de las estructuras construidas.

Antes de fundir el concreto primario debe tenerse especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que los elementos de anclaje queden correctamente fijados y embebidos en el concreto y alineados de acuerdo con las indicaciones de los planos, y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Para esto, se deben suministrar plantillas y otros elementos necesarios para garantizar la localización exacta de los pernos.

Antes de vaciar los concretos secundarios, se deberá aplicar a la superficie del concreto primario un adherente epóxico, que garantice la plena adherencia del concreto endurecido con el concreto fresco.

La maquinaria y equipos requeridos para las obras civiles se describen en el numeral 3.2.5 INSUMOS DEL PROYECTO.

j) Concretos

Comprende el suministro de materiales, preparación y diseño de mezclas; suministro, colocación y remoción de formaletas; transporte, fraguado, acabado, curado, reparaciones, herramientas, ensayos de resistencia de las mezclas usadas y en general todas las operaciones para ejecutar las obras de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Todos los trabajos relacionados con concreto se deben regir primordialmente por las estipulaciones aplicables de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-2010.

k) Anclajes y elementos embebidos en el concreto

El constructor debe instalar correctamente las piezas embebidas, anclajes metálicos, Stubs o ángulos de espera que atraviesan las estructuras, antes de fundir el concreto. Debe tener especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso, para que dichos elementos queden correctamente fijados en el concreto en la localización indicada en los planos, con las pendientes verticales y horizontales mostradas en los planos y para que no se formen vacíos, grietas u hormigueros en los sitios en donde se instalen. Principalmente debe proveer inspección especial en la zona donde van los pernos de anclaje.

Los pernos de anclaje de elementos metálicos o equipos deben localizarse con ayuda de una comisión de topografía que garantice su ubicación exacta de acuerdo con la posición indicada en los planos de detalle o constructivos, las recomendaciones de los fabricantes, y mediante la utilización de plantillas. Los

pernos de anclaje deben ser entregados al final de la obra perfectamente alineados horizontal y verticalmente, así mismo limpios de cualquier material en la parte que sobresale.

l) Estructuras metálicas - Montaje de torres: ensamblaje e izaje.

Esta actividad incluye todas las partes de acero estructural necesarias para la construcción de los elementos y estructuras metálicas que se muestran en los planos y que forman parte de la obra; así mismo las actividades necesarias para la correcta instalación en la obra de todos los elementos metálicos requeridos para conformar las torres en celosía, de acuerdo con lo indicado en los planos de detalle o constructivos. Los soportes estructurales para el apoyo de los equipos serán suministrados con los equipos.

El acero para las construcciones se debe almacenar bajo cubierta y sobre soportes o plataformas, en tal forma que no estén en contacto con el terreno ni con sustancias que provoquen su oxidación y deterioro.

El montaje completo de las estructuras incluye el transporte, el manejo, la colocación de todos los componentes del suministro en los patios de almacenamiento temporal y el montaje e instalación final de las estructuras en el sitio.

Las estructuras deben aplomarse y nivelarse cuidadosamente. Deben colocarse riostras y puntales provisionales donde quiera que se necesiten para resistir todas las cargas a las que puede estar sujeta la estructura durante su ensamble, incluyendo las del equipo y las que originan la operación de éste. El arriostramiento debe mantenerse por todo el tiempo que la seguridad exija.

Los elementos de las torres están compuestos por perfiles de acero laminados que se unen entre sí por medio de tornillos, por lo que su ensamble es manual y no requiere maquinaria específica.

Cada torre tiene una gran cantidad de piezas de diversos tamaños debidamente etiquetadas para poder ser ensambladas en terreno.

Según el configurado definido previamente para la torre, el espacio disponible en cada sitio y la posibilidad de usar equipos, el izado puede realizarse de dos maneras: La más frecuente consiste en el armado previo de la torre en el suelo y su posterior izado mediante grúas y plumas pesadas, un segundo método se basa en el izado de las piezas una a una y su montaje sobre la propia torre.

Fotografía 3.51 Ensamble De Torres



Ensamble de Torres

Fuente: Guías ambientales para proyectos de evacuación eléctrica, 1999

Para el primer método, en el sitio de torre se realiza un prearmado de estructuras, en el cual se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje.

Luego se realiza el montaje de estructuras iniciando por los ángulos de espera o stubs que han de quedar embebidos en concreto, se soportan en la posición apropiada, por medio de una plantilla de acero articulada rígida u otro medio adecuado que permita su instalación dentro de las tolerancias especificadas. La plantilla de armada de los ángulos de espera debe quedar independiente del suelo y contar con algún sistema que permita levantarla en caso de que durante

la colocación del concreto se detecte que los ángulos de espera se han desnivelado.

Las torres deben ser erguidas por el método de “erección floja” con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que deben ser empernados y ajustados inmediatamente, después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales deben ser empernadas en forma floja hasta que se realice el ajuste final de la torre.

El primer método requiere de mayor espacio para la ubicación de maquinaria y equipo y montaje de la torre, por lo general se hace uso de un winche o cabrestante que permite el izado de las partes. El segundo es manual y se utiliza para sectores de difícil acceso.

Los últimos trabajos para realizar en las torres son:

- Instalar las placas de identificación de una altura visible, donde quede registrada la numeración correlativa de cada torre.
- Colocar en cada torre, una placa de señalización que indique peligro de muerte asociado a la electrocución.
- Se debe garantizar que en estas tareas se proteja la integridad de la estructura.

m) Puesta a tierra.

Todos los apoyos de material conductor deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

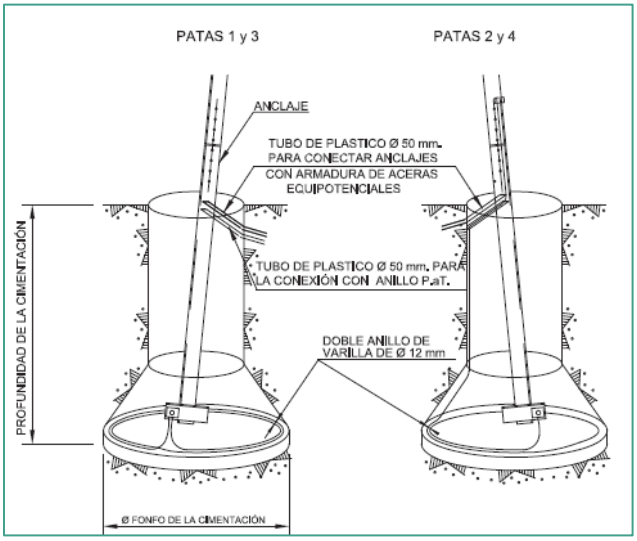
El diseño del sistema de puesta a tierra debe cumplir los siguientes criterios básicos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia desde un punto de vista térmico.

- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0059-MPAT se muestra con detalle las puestas a tierras de los apoyos. Ver Figura 3.78.

Figura 3.78 Puesta A Tierra Apoyo Patas Separadas



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

n) Montaje de aisladores y accesorios

Corresponde a la instalación de aisladores con sus respectivos accesorios y en cada cruceta se pone una polea para el tendido de conductores y cable de guarda. Se arman todas las partes componentes de los ensamblajes, se instalan todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores y verificar que cada ensamblaje este correctamente instalado.

o) Manejo y disposición de materiales sobrantes

Los principales materiales sobrantes de la construcción de la línea serán los excedentes de material de excavación y las bobinas de madera donde vienen los

conductores. El cálculo de volúmenes de estos materiales y su posterior manejo se presenta en el numeral 3.2.6 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. Y 3.2.7 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.

3.2.4.4.3 Tendido De Conductores

Una vez terminado el montaje de las estructuras y despeje de la servidumbre se iniciará la instalación del conductor. Se elegirán puntos dentro de la franja de seguridad, en lo posible entre estructuras de anclaje, que permitan la instalación del equipo con tramos de tendido lo más extenso posible. En estos puntos se instalarán los principales equipos que se requieren para el tendido: porta carrete, carretes con conductor, winches, frenos y equipo auxiliar. Ver Fotografía 3.52.

Fotografía 3.52 Tendido De Conductores En Líneas



Tendido de Conductores

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.4.3.1 Consideraciones Generales Para El Tendido De Conductores

La instalación de conductores en líneas de evacuación eléctrica requiere de las operaciones, precauciones y medidas de seguridad que se indican a continuación:

- Labores Preliminares al tendido

El día anterior los profesionales encargados de la obra, planificaran la logística, materiales, traslado y actividades a desarrollar por cada uno de los actores involucrados en el proyecto.

Posteriormente esta información se entregará al personal y el día siguiente mediante una reunión diaria se detallaría y aclararía cualquier duda sobre las labores encomendadas a realizarse durante la jornada de trabajo, varios de los temas a tratar se resumen en los siguientes:

- Tramo de tendido y/o empalme.
- Metodología de trabajo; personal y equipo que se empleará; ubicación exacta de las estaciones para carretes, equipos y rutas de acceso a las mismas; obras a realizar en los diferentes cruces, tipos de protección y controles, etc.
- Medidas de seguridad y elementos adicionales tales como interruptores, seccionadores, etc. que se requieren activar o desactivar para el trabajo en las distintas subestaciones asociadas al proyecto.
- Cruces sobre vías de comunicación, redes existentes y otros obstáculos; y las medidas a tomarse.
- Los sistemas de comunicación entre los frentes de montaje y los respectivos centros de control.
- Las desconexiones de otras líneas eléctricas que se crucen en el tendido del cable, si se pudiese hacerlo.
- Plan de contingencias a aplicar en caso de eventos que afecten el funcionamiento normal del sistema de evacuación en servicio.
- Plan de seguridad vial genérico, que será aplicado en la ejecución del proyecto.
- Los procedimientos que seguir en eventos extraordinarios o contingencias.
- Permisos de Accesos

Previa la ejecución de los trabajos se debe coordinar la solicitud de permisos para la utilización de los servicios públicos o para el ingreso a las propiedades de particulares o entidades públicas.

El acceso hacia las estructuras y lugares donde se instalarán las máquinas de tendido deben ser tramitadas con sus respectivos dueños, con la finalidad de evitar molestias a los propietarios.

Los permisos a subestaciones se deben hacer con varios días de anticipación con su respectiva lista del personal a trabajar, el responsable y los teléfonos para su localización, lista de vehículos con sus placas y tiempo estimado para la ejecución de los trabajos.

Seguir las normas e indicaciones dadas por los propietarios a las diferentes localidades donde se encuentren las plazas de trabajo.

En el caso de zonas cultivadas evitar el daño de frutos y cercas.

- Elaboración de empalmes, amarres u ojos.

Los conductores se encuentran apoyado en herrajes que ayudan a darle firmeza y no se vaya al suelo; en los herrajes de retención el cable no es continuo, es decir tienen cortes y su continuidad eléctrica se la da por medio de puentes y grapas de transición del mismo tipo de cable, esto impide que el cable sea halado directamente y es necesario darle continuidad y robustez para que pueda ser halado por las máquinas de tendido.

Fotografía 3.53 Realización Empalme Tipo Ojo



Realización Empalme Tipo Ojo

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

La realización del empalme tipo ojo se lo consigue tomando el extremo del cable de acero y doblándolo hacia atrás la distancia suficiente como para que se realice un entorche en el mismo cable con cada uno de los hilos de aceros que conforman el cable, el entorche debe ser lo suficientemente ajustado de tal manera que provea firmeza al momento de halar al tramo de cable de acero subsiguiente.

- Empoleado

En esta etapa se instala en cada una de las estructuras poleas de diferentes tamaños dependiendo la necesidad y tipo de construcción de la red para facilitar el paso del cable, la polea es instalada en la cruceta de la estructura metálica intervenida con la ayuda de manilas, una vez instalada la polea el cable es ingresado al interior de la polea que lo sostiene temporalmente y guiará mientras dure el tendido.

Figura 3.79 Poleas



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Las poleas son metálicas con garganta recubierta de neopreno para permitir el paso del cable sin problema alguno para los elementos como antigiratorios y contrapesos instalados en él, además con un diámetro suficiente que garantice la integridad del cable. En ciertos casos se requiere también la utilización de piezas de madera que ayuden a que la polea este siempre en posición vertical y se evite que el cable por efectos de la gravedad y por el movimiento en el tendido caiga hacia los extremos de la polea y este se atore. Existen poleas de varios diámetros que se las utilizan de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Se colocarán poleas de 60 u 80 cm de diámetro en:

- Estructura de inicio y final de tendido.
- En estructuras en donde el trayecto cambia de dirección 15 o más grados con relación al sentido inicial de tendido, si este cambio de dirección es de 45 grados o mayor se debe utilizar 2 poleas con la finalidad de aumentar el radio de curvatura que el cable va a dar.
- En estructuras donde el vano atrás o adelante sea igual o mayor a 600 m.

En las estructuras restantes que se encuentran en línea recta y cuyo nivel de altura es similar a las torres vecinas se utilizan poleas de similares características, pero más pequeñas de 45 cm. de diámetro.

- Obras de protección (Pórticos)

El tendido deberá protegerse mediante estructuras temporales adecuadas del cruce de vías de comunicación, líneas de energía, plantaciones, cruces de ríos edificaciones o cualquier otro obstáculo. Estas estructuras deben ser lo suficientemente altas y resistentes que permitan el paso del cable de fibra óptica en tal forma que no se produzca el roce con el obstáculo que se desea atravesar.

Si bajo la trayectoria del tendido existen redes eléctricas energizadas se debe colocar en ella mangas de protección de líneas, para evitar cortocircuitos provocados por una caída abrupta del cable que se encuentra instalando; la instalación de estas mangas se la debe hacer con la ayuda de pértigas con una altura suficiente para alcanzar la línea eléctrica o carros canasta de ser posible. Una vez terminada la labor de flechado y engrapado de las estructuras se las debe desmontar.

Estas estructuras provisionales están constituidas por elementos de madera que forman una portería o un marco que protegen al cable en caso de que esta sufra un descenso exagerado de altura y roce con los elementos antes descritos provocando daños. La altura y anchura no puede ser establecida de manera genérica ya que como se dijo dependen del obstáculo que se encuentren en la trayectoria del cable, pero deben ser fuertemente construidas para evitar se desmoronen cuando el cable se asiente sobre ella. Ver Fotografía 3.54.

Una vez terminado el engrapado de una sección de la línea, se deben retirar todas las estructuras de defensa dentro de las posteriores 24 horas, remediando cualquier daño a la propiedad ajena o de la empresa, que resultase producto del trabajo efectuado.

Fotografía 3.54 Obras de protección durante el tendido

	
Instalación de pórticos temporales	Mangas de protección

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Se deberá capacitar a todo el personal sobre los riesgos inherentes a la alta tensión y aspectos tales como distancias de seguridad, manejo de herramientas y equipos en las áreas energizadas, etc. El incumplimiento de las normas de seguridad, negligencia o descuido en toma de precauciones exige que las obras sean paralizadas de manera definitiva o parcial por los profesionales a cargo, lo cual no implica alargamiento de tiempos de construcción.

- Señalización Vial

La señalización en el lugar de trabajo es indispensable para llevar correctamente los trabajos planificados, se deberá realizar lo siguiente:

- Siempre se colocarán carteles de prevención que alerten los trabajos en la carretera, al menos 2 en el área donde se encuentra el portabobina.
- Se colocarán conos de prevención alrededor de la zona de trabajo para delimitar una zona de seguridad.
- La circulación del personal, vehículos de apoyo y otros equipos se hará siempre dentro de la zona de seguridad.
- Dentro de la zona de seguridad los vehículos no circularán a más de 20 Km/h (siempre con las luces intermitentes encendidas) y para su ingreso y salida lo

harán coordinadamente con la circulación de vehículos dada por los abanderados, siempre con la autorización dada por el responsable de seguridad.

- Existirá como mínimo 2 personas con banderas sea en recta o en curva y deben comunicarse permanentemente mediante radio de dos vías utilizando un protocolo que ambos conozcan y entiendan a la perfección para dirigir la circulación vehicular.
- Las personas que tienen las banderas deberán utilizar paletas de “pare” (color rojo) y “siga” (color verde) para manejo de tránsito.
- En trazados viales de curvas, se extremará cuidados ubicando a los abanderados y carteles de prevención aún más alejados del inicio de las curvas para permitir a los conductores tiempo suficiente de reacción.
- Cuando la instalación obligue a ocupar la vía se procurará en lo posible delimitar la zona de seguridad de modo que esta ocupación corresponda a la mitad de un carril.
- En los casos en que exista neblina, se utilizará flechas luminosas y/o licuadoras portátiles como medida adicional de prevención vehicular.
- En caso de lluvia se detendrán los trabajos hasta que pare de llover y se compruebe que los elementos de trabajo (cables, postes, escaleras, etc.) estén secos. Se reanudarán los trabajos cuando se resuelva por común acuerdo de las partes involucradas que es seguro reiniciarlos.
- Las áreas de trabajo serán delimitadas con conos, cintas de señalización, vallas, mecheros y lámparas intermitentes para restringir el acceso a vehículos o peatones no autorizados

Si en el medio de una instalación se presenta lluvia, se dejarán a buen recaudo los elementos de trabajo siempre que sea posible, manteniendo la señalización de la bobina siempre, incluso en el evento de no poder reanudar las actividades.

- Medidas de Seguridad del Personal

Todo el personal que trabaje en esta actividad deberá tener y portar al menos el Equipo de Protección Personal, que se resume en los siguientes ítems:

- Casco con sujetador de mandíbula.
- Gafas de seguridad.
- Guantes seguridad.
- Botas de seguridad.
- Uniforme de trabajo.
- Chaleco refractivo.
- Cinturón de seguridad o arnés para trabajos en alturas.
- Maletas porta herramientas.
- Impermeables.
- Precauciones durante el tendido:
- Asegurar la correcta instalación del cable, sin sobre-tracciones, ni giros del cable, compresiones inadecuadas, asegurando la regulación con la flecha correcta y la integridad de las fibras y tubos que conforman el cable.
- El cable se enrollará en los tambores del freno que deben tener como mínimo 80 veces el diámetro del cable.
- La velocidad de tendido es de 1 a 5 Km/h, dependiendo de las condiciones climáticas, geográficas y características mecánicas del cable.
- La máxima tensión de tendido está limitada al 50% de la carga de rotura del cable a instalarse.
- El radio mínimo de curvatura del cable durante la instalación debe ser de 1 metro.
- Se debe dejar una longitud extra de cable en los extremos arreglada en rollos, de 10 a 20 metros de cable adicional, contados desde el suelo en las estructuras donde se efectuarán los empalmes.
- Todos los empalmes del cable deben realizarse e instalarse en las torres, no en medio de un vano.

- En el proceso de tendido y templado se deberá proveer las protecciones para que no se apliquen cargas bruscas sobre las estructuras.
- La herramienta que se utilizará para el ajuste de pernos es el torcómetro.
- La tensión de tendido del cable no deberá exceder los valores especificados, por lo que los dispositivos utilizados en el tensado.
- No amarrar a las estructuras ni a las fundaciones los tensores utilizados para anclajes temporales.
- Los tensores temporales y el equipo de tendido se ubicarán en sitios tales que se evite sobrecargar las estructuras por la imposición de cargas extras sobre las estructuras, se evitarán las cargas verticales excesivas.
- Proteger las estructuras que estén sujetas al roce temporal o permanente del cable piloto/guía con envolturas no metálicas.
- Las secciones de cable dañado debido a equipos, métodos o carencia de adecuadas protecciones, negligencia o malas maniobras al momento de ejecutarse los trabajos deben cortarse y desecharse.
- Si por la inclemencia del tiempo, daño en el equipo y otras razones justificadas, el cable OPGW deba permanecer en el equipo durante la operación de tendido y montaje se lo podrá hacer dejándolo a la máxima flecha posible siempre que se lo mantenga por lo menos a tres metros de distancia sobre la superficie del suelo y obstáculos por máximo 2 días.
- Mantener control y cuidado permanente para evitar pérdidas de hilos, enredos, torceduras o desgaste de modo alguno en el cable.
- Los tramos de cables que se encuentre sucios con contaminantes, polvo o cualquier material extraño serán limpiados usando paños limpios y/o cepillos de hilos duros.
- Evitar el giro sin avance de cable durante el tendido.
- Todos los trabajos por efectuarse deberán tener vigilancia y control continuo, a fin de evitar pérdidas de hilos y asegurar que el cable no se enrede, tuerza o desgaste de modo alguno, tanto en el procedo de desenrollado como tendido.

- La operación de tendido será coordinada mediante comunicaciones permanentes.
- Las secciones dañadas de cable por efecto de sujeción de grapas serán totalmente eliminadas antes de sea finalmente templados.
- Sistema de comunicaciones

Todos los individuos involucrados en la instalación, supervisión y control de los trabajos deben estar intercomunicados con la finalidad de que cualquier novedad, observación o inconveniente sea atendido inmediatamente.

La necesidad de comunicación debe ser prioridad en los todos los frentes de trabajos:

- Entre el freno y el winche (malacate) deberá haber comunicación directa, de igual manera con los operadores o telefonistas ubicadas en cada una de las estructuras que revisan el paso de los cables por las poleas.
- Todos los grupos de trabajo: instalación de protecciones, empoleado, regulado y engrapado, deben contar con comunicación de radio propia, así como los medios de transporte de materiales, maquinarias y personal hacia el sitio de trabajo.
- El personal a cargo de la dirección del proyecto debe tener acceso también al sistema de comunicaciones, para que se encuentre en pleno conocimiento de las actividades realizadas.
- Condiciones de Viento

Si el viento es tal que puedan causar en el cable una deflexión mayor de 1,5 metros en la mitad del vano desde la posición normal sin viento en vanos de hasta 500 m. y de 3 m o superiores a 500 m, las tareas de tensado y grapado deben ser suspendidas.

3.2.4.4.3.2 Maquinaria de tendido

El montaje de conductores se realiza con equipos de tendido conformados principalmente por el freno, el malacate, las desenrrolladoras y las poleas que se disponen en las estructuras. Los frentes de trabajo deben estar comunicados durante todo el tiempo de trabajo mediante equipos de radiofrecuencia; el control de tensión del tendido es automático ya que los equipos poseen sistemas hidráulicos que realizan la desconexión automática cuando se ha sobrepasado la tensión establecida para el tendido (recomendada por el fabricante del cable).

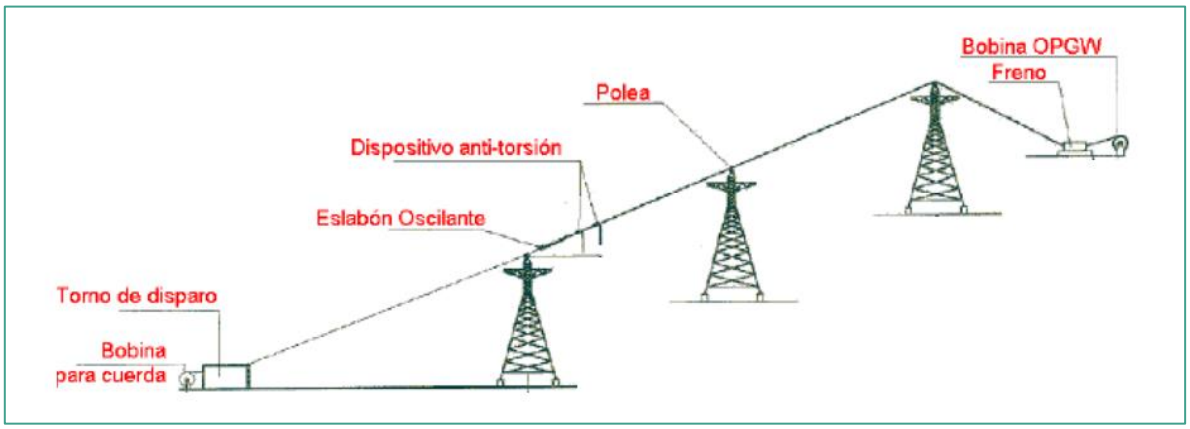
La ubicación de la maquinaria es inspeccionada con anterioridad ya que además de tener acceso de vehículos pesados al sitio se requiere que el terreno sea en lo posible nivelado sin deflexiones horizontales.

Las máquinas son colocadas en plataformas aisladas independientes a la puesta a tierra que se instala al equipo, se utiliza para ello una malla metálica conductora conectada a una puesta a tierra y sobre ella se colocan los equipos de tendido.

Al realizar el tendido de los cables la maquinaria realiza un gran esfuerzo mecánico tanto en el movimiento de tracción como en el frenado tendiendo a desplazarse, para que estos equipos no se muevan de su lugar de instalación se les coloca como anclajes grandes bloques de hormigón armado de aproximadamente 2 Toneladas cada uno, que impiden el movimiento de la maquinaria.

El lugar a ubicar las maquinarias debe ser el adecuado para que no exista obstáculos en el paso del cable desde los equipos hacia la primera o última estructura según corresponda; el lugar a escoger debe encontrarse ubicado a una distancia del por lo menos el doble de la altura de la estructura de salida, si esto no es posible se debe utilizar un sistema de contra poleas ubicadas en torres anteriores a la del inicio y utilizar guía de acero, además se debe verificar que el cable forme un ángulo de por lo menos 30 grados con la estructura de inicio, como se observa en la Figura 3.80.

Figura 3.80 Esquema Maquinaria De Tendido



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Se debe tratar de garantizar que la trayectoria del cable desde el freno se alinee, en lo posible, con la primera polea por donde ingresa el cable hacia el tendido o tener un ángulo máximo de 15º, de no ser posible se debería también pensar en realizar reenvíos.

Cuando la zona geográfica presenta dificultades para la instalación de los equipos como demasiada cercanía hacia las estructuras, imposibilidad de llegar con maquinaria al sitio, se puede levantar un vano de manera manual, pero se debe pensar que el nuevo cable sale del freno, en donde el cable aún no posee movimientos de torsión propios acumulados durante el paso del cable por lo que prestaría facilidades para realizar la maniobra manual.

Otro aspecto para tomar en cuenta es que el cable es alado por el malacate por lo que es el último lugar donde llegaría la punta del nuevo cable, tanto este como el cable de guarda anterior va a estar siempre tensionado y requiere especial cuidado.

- Devanadora o freno

Es la encargada de controlar la tensión del cable a ser instalado, se la ubica a la salida del carrete, su trabajo lo realiza alimentando o frenando solo la cantidad necesaria de cable a ser instalado a una velocidad controlada; además proporciona control a las espiras que se desenrollan del carrete.

La operación de frenado debe ser mantener un nivel constante evitando jaloneos o fluctuaciones tanto del cable a instalar como del que se está desmontando.

- Traccionadora o malacate

Su función proporcionar la fuerza de tiro suficiente para retirar el hilo de guarda existente y halar el cable al nuevo cable OPGW, que es despachado por el freno, posicionándolo en toda su longitud en las estructuras presentes en el trayecto de tendido. La fuerza de tracción aplicada debe ser monitoreada continuamente mediante instrumentos calibrados medidores de tensión, dinamómetro, con una alta precisión y sensibilidad en la escala de medición para de esta manera no sobrepasar el 5% de la tensión máxima recomendada por el fabricante para la instalación del cable, garantizando que la tensión aplicada sea homogénea evitando jaloneos o fluctuaciones del cable.

Fotografía 3.55 Traccionadora



Maquina Traccionadora

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021

El método utilizado en el tendido se basa fundamentalmente en la ejecución del tendido a tracción constante y controlada, respetando en todo momento las distancias eléctricas mínimas de seguridad y adoptando las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los operarios y maquinarias, recordando que se trabaja con un circuito eléctrico energizado.

- Enrolladora

Son instaladas tras los equipos de tendido una en cada extremo del tendido, es decir, una en el Freno en donde se ubicará el carrete del conductor a ser desenrollado y la otra en el Malacate el cual va enrollando o bobinando el cable sobrante.

Fotografía 3.56 Enrolladora

	
Maquina Enrolladora	Maquina Enrolladora

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Los equipos utilizados poseen características como:

La base que soporta la parte central del carrete permite que este gire libremente sin provocar bamboleos cuando el cable sea desenrollado, la velocidad y sentido de giro es controlada mediante una conexión hidráulica con el freno o malacate según corresponda, teniendo así un proceso de giro de los carretes de forma homogénea sin provocar daños, ni variaciones de tensión en el cable en su recorrido hacia los equipos de tendido.

- Elementos de tracción y anti-giratorios

En el proceso de tendido se debe unir varios cables metálicos que por su propia naturaleza mecánica tienden a girar y enredarse, cables como el de guarda desmontado, la coordina de acero o guaya, y el nuevo cable se unen entre sí con elementos de tracción y anti-giratorios diseñados para este trabajo de tal manera que el torque del uno no sea transmitido al otro.

Figura 3.81 Guaya y Accesorios Anti giratorios



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

De otro lado el cable tiene también una tendencia natural a girar al ser halado, por lo que se coloca un contrapeso cuya longitud y peso de los dispositivos varía dependiendo de la distancia de los vanos y longitud del enlace a instalar. Los contrapesos evitan el grave problema de torsión del cable, el operario ubicado en cada una de las torres debe tener especial cuidado con el paso de los cables por cada una de las poleas, ya que pudiese darse el caso que se produzcan atascamientos en el paso del cable.

Son llamados también “cangrejos” o “alacranes”, dispositivos de contrapeso consisten en una serie de elementos enlazados con bisagras, fijados al cable por una hendidura de dimensiones apropiadas forrada con neopreno o un material similar, sin provocar daño alguno. Se recomienda instalar siempre más de uno de estos dispositivos de tal manera que cuando uno atraviese la polea en el paso del cable el otro permanezca activo.

La punta de los cables especialmente el de la “guaya” son protegidos mediante camisas o puntas de cabeza de cable, es una malla metálica diseñada de tal manera que es suficientemente holgado como para permitir que el cable sea introducido en el interior de la malla, pero que, al ser estirado, estrangule el cable y lo sujete firmemente sin producir daños en el mismo.

3.2.4.4.3.3 Transporte y abastecimiento de los frentes de trabajo

Para el normal y adecuado desarrollo de los trabajos en los frentes de actividad se ha considerado mantener movilización constante, así como un equipo de apoyo que se encargara de abastecer, trasladar y suplir cada una de las necesidades que se tengan en el área de trabajo.

La mayoría de las estructuras no se encuentran cerca de las vías de acceso y no son de acceso rápido por lo que son asignados vehículos que presten facilidad en la movilización de los materiales y elementos que las conforman, de igual manera son necesarios para los equipos de tendido y equipos complementarios como lo son porta bobinas, desenrrolladoras, carretes, etc. Ver Fotografía 3.57.

Fotografía 3.57 Transporte Maquinaria De Tendido



Transporte Maquinaria de tendido

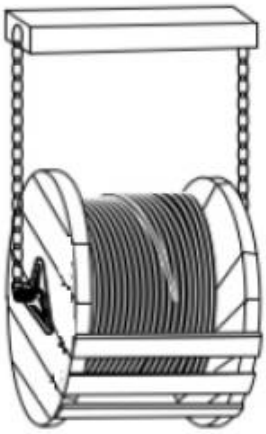
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Hay que recordar también que las bobinas que contienen el cable son de gran peso y volumen por lo que deben ser transportados de manera correcta para evitar daños antes de la instalación de los cables. Se recomienda el uso de grúas o brazos hidráulicos para el montaje en plataformas y camiones, y asegurar la carga con cadenas para evitar su movimiento.

En la carga/descarga de bobinas en sitio se debe asegurar que la manipulación se haga por medio de carretillas elevadoras o grúas, se debe hacer sujetando la estructura metálica que conforma el carrete mediante una barra de acero que atraviese la bobina para evitar provocarle daños al cable alojado en el interior (Ver

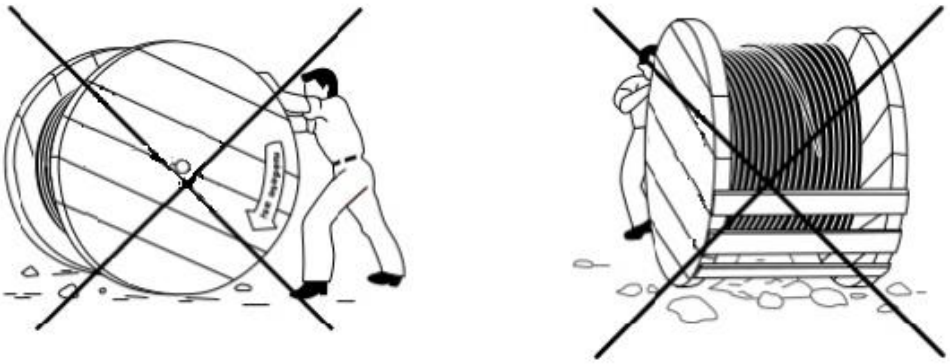
Figura 3.82). Se debe tener en cuenta también que las bobinas no pueden movilizarse haciéndolas rodar, las superficies no siempre son uniformes y por acción de la presión ejercida por el peso de las mismas bobinas pueden introducirse rocas o astillas en el cable (Ver Figura 3.83).

Figura 3.82 Bobina De Cable



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Figura 3.83 Errores En La Manipulación De Bobina De Cable



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.4.3.4 Puesta a tierra durante el tendido

Las Puestas a Tierra son sistemas pensados en la protección de personas y equipos, de voltajes inducidos en los cables de tensado o en el cable de tierra, los siguientes requerimientos deben ser obligatorios para todas las secciones de la línea:

- A ambos lados de la línea de evacuación debe instalarse puestas a tierra, así como en los tramos en los que su utilización se crea convenientes. Su conexión debe ser firme evitando intermitencias, visibles para la inspección, de materiales tales como alambre de aluminio desnudo.
- Estas instalaciones y conexiones deben permanecer activas antes y durante el tiempo que duren los trabajos, retiradas únicamente cuando todas las labores hayan finalizado.
- Todos los equipos de tendido y tensado también será aterrados firmemente a través de varillas ancladas al piso, así como todas las partes conductoras de la instalación.
- Los equipos de tensado deben ser operadas desde una plataforma aislada y con barandas o mallas igualmente con conexión hacia una puesta a tierra.
- Se instalará un tipo de puesta a tierra móvil a menos de 6 m. como máximo de los equipos de tendido, freno y malacate, para que el cable y el hilo de guarda queden puestos a tierra positiva y constantemente.
- Durante la operación del tendido, los cables deben ponerse a tierra en la primera torre adyacente a la instalación de tendido o tensado, mediante un conductor eléctrico desde el aparejo de tendido, puesto también a tierra. Los cables de puesta a tierra deben ser asegurados a las torres con un tipo aprobado de terminal a tierra y retirados usando pértigas.
- La instalación de los puentes temporales en cualquier ocasión en que el cable no sea continuo debe efectuarse por medio de pértigas, no trabajar cuando exista indicación de tormentas eléctricas en el área.
- Las cuadrillas de engrapado deben protegerse con puestas a tierra individuales del tipo grapa colocada con pértigas en cada sitio de trabajo; pero no podrán considerarse suficientes para proveer protección total a una cuadrilla contra una descarga eléctrica directa o contra una descarga que ocurra dentro de su área.

3.2.4.4.3.5 Templado o flechado

El templado de cable se realizará como máximo 24 horas después que haya sido colocado en las poleas con los datos de flechas y tensiones proporcionados en las tablas de tendido. Se considerará el “creep” inicial únicamente si se efectúa el templado después de tres horas de operación de tendido. Durante la operación de templado todo el cable permanece en poleas. La operación de templado se efectuará únicamente bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento y con temperaturas sobre 10°C.

Las flechas deben ser medidas en todos los sectores comprendidos entre retenciones:

- En los vanos de control o reguladores, es decir el más largo.
- Todos los vanos mayores a 600 m.
- Vanos con ángulo vertical pronunciado, los vanos de control serán seleccionados prefiriendo los de mayor longitud y de buena ubicación del teodolito para el flechado.
- La tolerancia máxima es de más de 20 cm. y menos del 3% de los valores de flechas tabulados en cualquier vano, se debe comprobar que se obtenga los espaciamientos necesarios tanto a tierra como a otros obstáculos tales como líneas de energía y además verificará que los accesorios de suspensión mantengan su posición vertical después del engrapado.
- Para definir la temperatura de templado, se usa un termómetro aprobado; el cual debe estar insertado en el núcleo de un tramo de cable de longitud adecuada. Este tramo de cable se pondrá a pleno sol a una altura de por lo menos cuatro metros sobre el suelo y durante un período no menor a 30 minutos antes de la operación de templado. La temperatura que se lea se empleará como temperatura de templado.
- A fin de la operación de templado, se debe verificar las fechas de las operaciones de tendido y templado, número de las estructuras de los extremos de los vanos templados, factores de corrección usados debido al

"creep", método de medición de flechas y temperatura al momento de la medición.

3.2.4.4.3.6 Engrapado

Este proceso se lo hace inmediatamente terminado el flechado con personal experimentado y equipo adecuado para transferir el cable desde las poleas hasta los elementos de montaje definitivos, para lo cual se marcará con precisión el sitio de engrapado en el punto en el cual el cable corta al plano vertical que contiene el eje central de las crucetas de la estructura metálica, excepto cuando se requiere un engrapado con desplazamiento horizontal (offset).

Cuando se requiera un engrapado con desplazamiento horizontal, el cable debe venir marcado en el sitio de fijación de la grapa de suspensión midiendo sobre el cable la distancia del desplazamiento especificado partiendo del punto de corte anteriormente definido.

3.2.4.5 Operación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

La etapa operativa o funcionamiento del Parque Solar Fotovoltaico comprende además de la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, las labores propias a desarrollar por el personal encargado o responsable del funcionamiento de oficinas, sala de control y tareas de mantenimiento de la infraestructura física como de cada uno de los sistemas o componentes del Parque Solar.

Durante la operación de la planta las células fotovoltaicas de los paneles solares absorberán, a través de la luz, la energía solar, para transformarla en energía eléctrica, la cual será transmitida en corriente continua de baja tensión, por lo que luego deberá ser adaptada en tensión y corriente.

Esta última será transformada a corriente alterna en las estaciones de inversores, para posteriormente ser conducida a través de las canalizaciones subterráneas, a

la subestación de la planta donde el nivel de tensión será elevado a 500 kV, para posteriormente ser transmitida y entregada al Sistema Interconectado Nacional en la subestación Sabanalarga.

El proceso descrito será telecomandado, es decir no requiere mano de obra para su funcionamiento. El personal contemplado para esta etapa, consistirá sólo en personal de limpieza de las unidades fotovoltaicas y mantenimiento de la planta; y los operarios de turno encargados de supervisar que todo el sistema eléctrico funcione correctamente; registrar las lecturas de producciones y consumos; analizar y gestar los consumos eléctricos de la planta; atender visitas; controlar acceso; y elaborar informes técnicos.

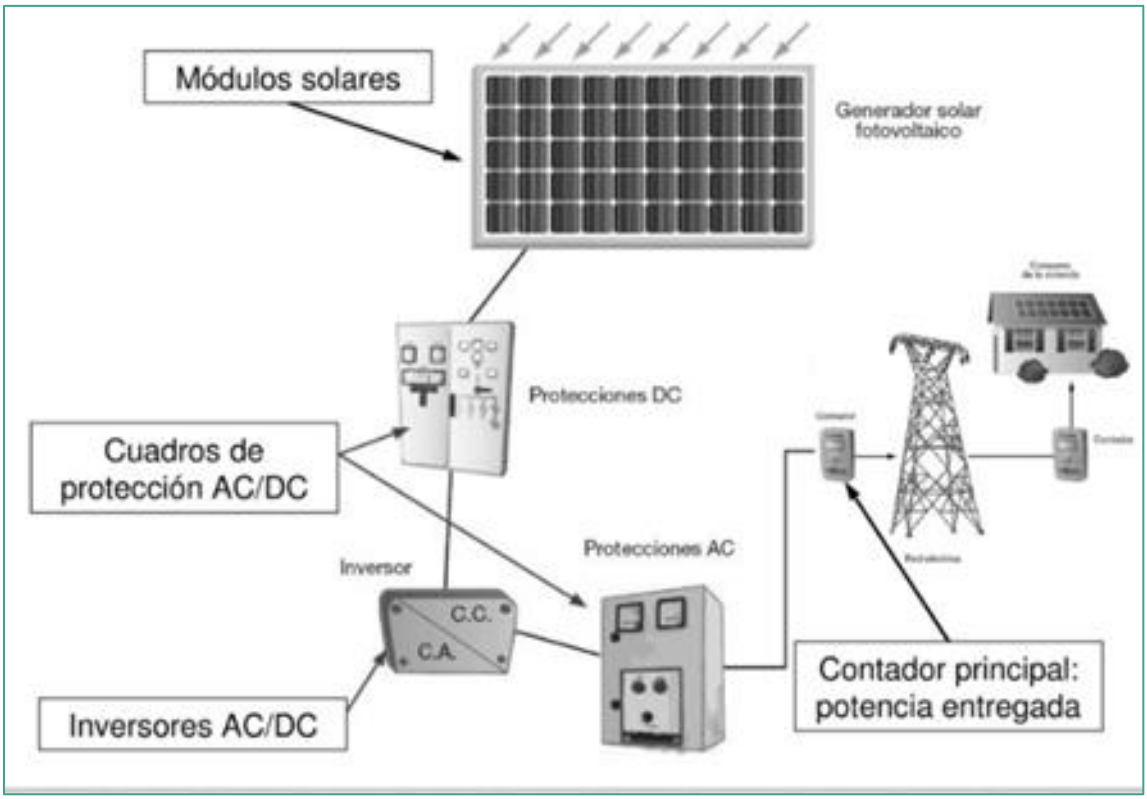
Para la realización de las tareas de mantenimiento, no se requiere ningún equipo especial. El siguiente listado describe los equipos básicos de mantenimiento:

- Multímetro. Para las inspecciones de medición se utilizan los multímetros. Este equipo es de pequeño tamaño, pesa alrededor de 250g. Se alimenta mediante pilas AA. Su vida útil es aproximadamente 5 años.
- Cámara termográfica. Este equipo se utiliza para revisa los módulos fotovoltaicos. Es de pequeño tamaño, pesa alrededor de 250g. Se alimenta mediante baterías recargables. Su vida útil es aproximadamente 5 años.
- Remolque pulverizador. Para la limpieza de los módulos se utiliza un depósito con remolque. Este tipo de remolques suele pesar alrededor de 50 kg y tiene un consumo medio de 8,3 l/min. Su vida útil es aproximadamente 10 años.
- Desbrozadora arrastrada. Para el control de la vegetación se utiliza este tipo de maquinaria. Este tipo de desbrozadora suele pesar alrededor de 300 kg y tiene un consumo medio de 3,3 l/h. Su vida útil es aproximadamente 10 años.
- Desbrozadora de mano. Para las zonas de difícil acceso se utiliza este tipo de desbrozadora para el control de la vegetación. Este tipo de desbrozadora suele pesar alrededor de 8 kg y tiene un consumo medio de 1,34 kg/h. Su vida útil es aproximadamente 10 años.

La potencia instalada en el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III es de 200 MWn, y se estima que generará aproximadamente 561.736 MWh al año.

Los principales elementos que componen un Parque Solar Fotovoltaico y que serán a los que se le realicen las tareas de mantenimiento se representan en la Figura 3.84.

Figura 3.84 Esquema De Operación De Un Parque Solar Fotovoltaico



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.5.1 Puesta en marcha del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

El Protocolo básico de puesta en marcha estándar para las instalaciones fotovoltaicas, se basa en una serie de pasos, en los que se revisan los diferentes componentes y se configuran los elementos “inteligentes”. Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica existe una serie de pasos con el fin de descartar posibles imprevistos.

a) Configuración de los inversores fotovoltaicos

El inversor es el cerebro de la instalación. Su función básica del inversor es la de convertir la corriente continua que generan los paneles solares a corriente alterna.

En este caso es necesaria una comprobación del correcto funcionamiento, inspección y ajuste de los equipos a los generadores de energía solar fotovoltaica. Revisando la programación interna del inversor.

b) Configuración del equipo de comunicación con la instalación fotovoltaica

Comprobación del correcto funcionamiento, instalación y ajuste de los equipos de comunicación a las placas solare, conexión a red y al inversor.

c) Comprobación de las conexiones CC, CA y de líneas de comunicación

Inspección y ajuste de las conexiones de las corrientes continua y alterna, y de las líneas de los sistemas de comunicación correspondientes.

d) Medición de los parámetros del inversor solar

Evaluación de los parámetros de entrada y salida de los inversores del sistema solar fotovoltaico analizado (potencia, tensión y corriente). En caso de que alguno de ellos no se ajuste a los cálculos, revisión de los diferentes equipos y conexiones para su subsanación

3.2.4.5.2 Mantenimiento electromecánico

Tiene como primer objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos o averías de un sistema o de un equipo, en función de prevenir los posibles incidentes. En general está focalizado en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de los equipos; permite entonces detectar fallos repetitivos, disminuir puntos muertos por paradas, disminuir costos de reparación y

aumentar la vida útil de equipos, entre otras ventajas. En general las labores que corresponden a mantenimiento preventivo son las listadas a continuación:

- Verificación estado y funcionamiento de protecciones eléctricas.
- Estado de los módulos, paneles y sus conexiones.
- Estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Fijación y estado de estructuras soporte.
- Verificación del correcto estado y funcionamiento de los sistemas de control.
- Revisión de los sistemas de protección contra incendios.
- Estado mecánico de cables y terminales, ventiladores, limpieza, etc.
- Análisis e informes termográficos.
- Mantenimiento de vías internas y el cerramiento perimetral.
- Mantenimiento de instalaciones comunes: centros de control, subestaciones eléctricas y centros de transformación.
- Mejoras y actualizaciones.

El mantenimiento preventivo considera recorridos pedestres para la inspección visual de los paneles, estructuras, equipos y de conductores; en estas inspecciones sólo se utiliza equipamiento menor y eventualmente herramientas de mano y equipos de medición a distancia, como el termovisor.

Todos los residuos sólidos que se generen se depositaran en los sitios autorizados correspondientes.

3.2.4.5.2.1 Limpieza de paneles

La suciedad es un proceso complejo que depende en gran medida del entorno local. Así, las condiciones de la superficie, los patrones de viento, la humedad y la temperatura del aire son los principales parámetros naturales que afectan a la suciedad. Sin embargo, los factores antropogénicos también desempeñan un papel clave: las actividades agrícolas, el tráfico y la contaminación del aire contribuyen a

la sedimentación de polvo y sustancias contaminantes sobre los paneles fotovoltaicos.

En los proyectos de energía solar, los principales agentes responsables de la suciedad son los siguientes:

El polvo, el polen, la arena y otras partículas transportadas por el aire se acumulan de manera natural en las superficies de los módulos fotovoltaicos. Este hecho reduce la producción de energía de las plantas solares, especialmente la de aquellas situadas en zonas áridas donde se desarrollan actividades agrícolas y que poseen suelos sueltos.

Los contaminantes transportados por el aire, como vapores, humos y hollines, pueden formar una capa superficial más difícil de limpiar que el polvo o la arena. Este aspecto es especialmente pertinente en las zonas urbanas e industriales.

La sedimentación de arena y polvo en las zonas áridas puede verse agravada por el rocío nocturno, que favorece la adhesión de estas partículas a las superficies húmedas. Mientras que el polvo se seca y se endurece por la acción del sol durante el día, las superficies humedecidas por el rocío permiten la acumulación de más polvo durante la noche siguiente. Este proceso se repite una y otra vez hasta que se forma una gruesa capa de polvo que puede llegar a bloquear completamente la luz.

Por norma general, la suciedad se acumula en la parte inferior de los paneles fotovoltaicos que disponen de un armazón de soporte elevado, lo que provoca un sombreado parcial y la reducción de la zona de eficiencia del módulo fotovoltaico. Este factor es especialmente relevante en zonas próximas al ecuador, donde los paneles se suelen instalar con un ángulo de inclinación reducido para favorecer la recepción de la mayor cantidad de radiación solar posible durante el día.

En algunos emplazamientos, los excrementos de las aves pueden provocar un bloqueo parcial de las células de los módulos. Esta circunstancia afecta al flujo de corriente de los módulos y, por norma general, provoca una caída de la eficiencia

de un módulo o de toda una hilera. Además, también afecta la eficiencia de los espejos.

La importancia relativa de cada uno de estos factores de suciedad en un emplazamiento determinado variará con los procesos climáticos y meteorológicos locales. En los proyectos de grandes dimensiones, el efecto de la suciedad se suele calcular utilizando unos módulos o unas células fotovoltaicas distribuidos por diferentes zonas de la instalación y que se someten a una limpieza continua. Así, la producción de este módulo se compara con la producción real de otros módulos de la instalación y se procede a la estimación del índice de suciedad. En este método, las mediciones de la eficiencia de la planta y las mediciones de la suciedad se separan para proporcionar datos de análisis independientes. Solamente si el índice supera un valor considerado no óptimo se procederá a la limpieza de los módulos. Con ello se reduce el número de limpiezas innecesarias, ahorrando en costes de mantenimiento y consumo de agua.

Para la limpieza de los paneles del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, se proponen dos alternativas de limpieza: Pértigas a presión o manual con vehículo asistido y Limpieza sin agua con enlacado e impermeabilizado.

- Pértigas:

El agua a utilizaren la limpieza, la cual se comprará a proveedores o empresas que cuenten con los permisos necesarios para esa actividad, es almacenada en un depósito móvil desde donde se impulsa, por medio de una bomba, a unas pértigas (varas largas) que alcanzan hasta los 20 metros de altura; y la limpieza es hecha mediante cepillos, generalmente de poliéster, situados en los extremos de la pértiga. Ver Fotografía 3.58.

El sistema está compuesto por una máquina que trata e impulsa el agua potable, una manguera que permite el trabajo hasta 100 m de la máquina y las pértigas para la limpieza. En el caso de utilizarse esta alternativa para la limpieza de los paneles el agua será suministrada por un proveedor autorizado. La estimación de agua

requerida para limpieza de paneles se presenta en el numeral 3.2.5 INSUMOS DEL PROYECTO.

En la ficha GIII-PMA-AB-04 del Capítulo 10 Planes y programas se define el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos.

Fotografía 3.58 Limpieza Con Pértiga



Limpieza con Pértiga

Fuente: Proinvera.com/limpieza-módulos-solares (2020).

- Capa antiadherente:

Este procedimiento consiste en dejar una capa antiadherente en la superficie del cristal y favorecer con las lluvias la autolimpieza de los módulos solares, evitando la acumulación de suciedad que luego es más difícil y costoso eliminar. Los tratamientos superficiales del vidrio son una alternativa en exploración para incorporar pigmentos y evitar el deterioro ocasionado por las solarizaciones y la suciedad superficial.

3.2.4.5.2.2 Mantenimiento de los sistemas eléctricos

Los elementos eléctricos que requieren mantención son los siguientes:

- Cables y conexiones. Se realizarán revisiones del estado e integridad de los cables y conexiones en la planta solar. En caso de detectarse alguna deficiencia, se procederá a su reparación o bien al reemplazo del cable o conector. Para la reparación de este tipo de elementos, se contempla el uso

de herramientas manuales y materiales eléctricos y aislantes, ninguno de los cuales es sustancia o material peligroso.

- Inversores. Se realizarán revisiones periódicas del funcionamiento de los inversores. En caso de mal funcionamiento, se procederá a realizar el mantenimiento correspondiente el que consiste básicamente en reparación electrónica y de programación o bien al reemplazo de algún componente eléctrico menor. Cabe mencionar que ninguno de los componentes que poseen los inversores corresponde a una sustancia o material peligroso.
- Transformadores. El proyecto contempla el uso de transformadores sellados de bajo mantenimiento. Esta tecnología asegura una operación del transformador durante toda la vida útil del proyecto sin necesidad de realizar cambios de aceite refrigerante del mismo, excepto ante derrames donde se debe reemplazar el aceite si es que el transformador tiene un daño menor. Considerando esto, la mantención que se prevé que requiera el transformador se relacionará con los sistemas eléctricos y de aislación los cuales no involucran ningún tipo de sustancia ni material peligroso.

3.2.4.5.2.3 Control de la vegetación

Para evitar que la vegetación genere sombras sobre los paneles y evitar cualquier anomalía, se tiene que hacer un mantenimiento de la vegetación.

El control de la vegetación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se realizará mediante desbroce por medios mecánicos. Para ellos se utilizará una desbrozadora arrastrada con la cual se consigue eliminar de forma efectiva y rápida la vegetación de la planta. Para las zonas de difícil acceso se utilizará una desbrozadora de mano.

En Capítulo 10 Planes y programas se define en las fichas GIII-PMA-BI-03 el manejo del aprovechamiento forestal y GIII-PMA-AB-03 el manejo de residuos sólidos.

3.2.4.5.3 Mantenimiento correctivo

Es el mantenimiento realizado con el objetivo de restablecer la operatividad del sistema luego de ocurrido un fallo o problema en alguno de sus componentes; comprende el diagnóstico para determinar las causas de la avería.

El mantenimiento correctivo normalmente implica la sustitución de partes, generalmente en sitio, es decir al interior del Parque Solar Fotovoltaico, aunque en algunas oportunidades puede requerirse la remisión del componente al fabricante o taller autorizado para su reparación.

La vegetación arbórea en aquellas áreas donde no se contempla la implantación de infraestructura o corredores viales será objeto de poda y manejo silvicultural.

3.2.4.5.4 Frecuencias de movilización

La frecuencia de movilización será común para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, la Subestación Elevadora El Uvero y la línea de evacuación durante la fase operativa. En la Tabla 3-77 se presentan los recursos previstos para esta etapa.

Tabla 3-77 Frecuencia De Movilización

ETAPA	NÚMERO Y TIPO DE VEHÍCULO	FRECUENCIA
OPERATIVA	3 camionetas 4X4	Semanal

Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.5.5 Mano de obra en la fase operativa

El número de personas requerido para la operación de la planta Fotovoltaica para realizar labores de mantenimiento del parque y su respectiva administración se muestra en la Tabla 3-78.

Tabla 3-78 Personal Requerido En La Operación

ETAPA	PERSONAL REQUERIDO	PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO		LINEA DE EVACUACIÓN	
		No PERSONAS	TIEMPO ESTIMADO	No PERSONAS	TIEMPO ESTIMADO
Operativa	Supervisor general	1	Vida útil	0	0
	Operario de turno	5	Vida útil		
	Operarios de mantenimiento preventivo	4	Vida útil 4 veces/año	1	Vida útil 3 veces/año
	Operarios de mantenimiento correctivo	4	Vida útil a necesidad	1	Vida útil a necesidad
	Equipo de Operación y mantenimiento subestación	2	Vida útil 2 veces/año		

Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.5.6 Rutas transitadas durante la operación del proyecto

Para las tareas de mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se realizarán a través de los corredores internos, vías principales y secundarias que se describen en el numeral 3.2.4.1.4 Accesos y Corredores nuevos.

En total, para la construcción y operación del parque se van a construir:

- 5,14 km de corredores principales y
- 16,05 km de corredores secundarios.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0046-VIPF se muestra un detalle de estos corredores.

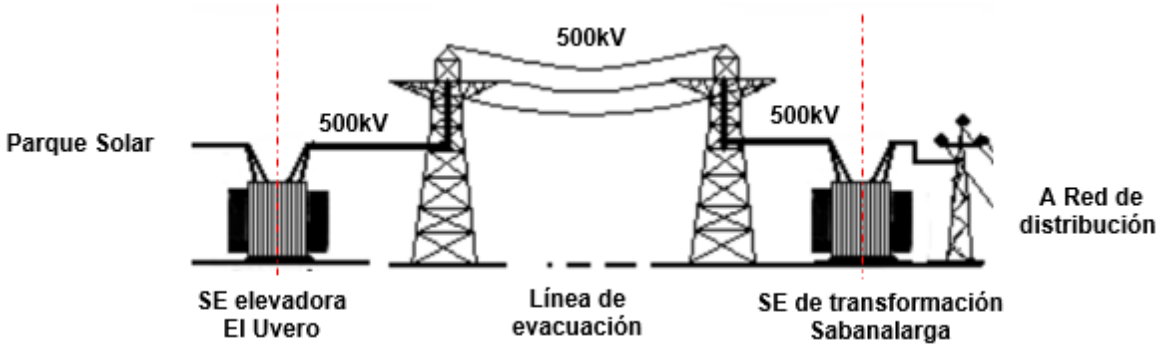
3.2.4.6 Operación de la Línea de evacuación

El objetivo de esta línea es llevar la energía producida en el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III de 200MW a la línea de transmisión del proyecto licenciado Guayepo 400MW y esta última conducirá la energía a la Bahía de Conexión de la SE Sabanalarga.

La Línea de evacuación está diseñada para evacuar 200 MW a una tensión de 500 kV.

Se estima que la operación del parque y su línea será por 30 años, periodo durante el cual se tendrá una producción de energía 100% limpia que se inyectará al Sistema de Interconectado Nacional - SIN.

Figura 3.85 Esquema De Operación De Una Línea Eléctrica



Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.6.1 Puesta en servicio de la Línea de Evacuación

Antes de poner en servicio la línea de evacuación eléctrica debe realizarse la revisión final que consiste en la verificación de los aspectos siguientes:

- Caminos de acceso.
- Cimentaciones.
- Retiro de la zona de construcción de materiales de desecho.
- Verticalidad de estructuras.
- Montaje correcto de las estructuras.
- Medición de resistencia de tierras.
- Reapriete de conexiones del sistema de tierras.
- Reapriete de herrajes y conectores de conductor y cable de guarda.
- Distancias fase a estructura.
- Libramientos fases a tierra.
- Libramientos fases a vías de comunicación y a otras líneas eléctricas o de comunicaciones que se crucen.

- Flechado de conductores y cable de guarda.
- Verticalidad o plomeo de cadenas de aisladores.
- Instalación correcta de amortiguadores de vibración.
- Número y tipo de aisladores seleccionados en el diseño.
- Ubicación de empalmes.
- Identificación de las estructuras.

3.2.4.6.2 Energización y conducción de energía eléctrica

La operación de la línea de evacuación "energización" es la puesta en marcha del sistema, esta puede realizarse en dos circunstancias, la primera cuando se pone en funcionamiento inicial el sistema y la segunda cuando hay un disparo de la línea (interrupción del flujo). Esta actividad se realiza desde los tableros de control automatizados ubicados en la subestación.

3.2.4.6.3 Mantenimiento preventivo

Mantenimiento basado en la determinación del estado del equipo en operación, tiene como objetivo evitar las interrupciones en el suministro de energía eléctrica, y la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman la línea de evacuación eléctrica, mejorando la calidad y continuidad en su operación. Los mantenimientos preventivos se dividen en tres grupos: Mantenimiento electromecánico, Control de estabilidad de sitios de torre y Mantenimiento zona de servidumbre.

Tabla 3-79 Actividades De Mantenimiento Preventivo

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Franja de servidumbre	Tala y poda de árboles grandes cercanos, que amenazan a la línea.
Estructuras	Repintado de números de identificación.
	Cambio de herrajes oxidados.
	Limpieza de las bases de la estructura y verificación de su estado de compactación
Tensores	Recalibrado.
Cadena de Aisladores	Verificación de la compactación del terreno.
	Reemplazo de aisladores rotos de la cadena.
Conductores	Recalibración.
	Repintada y reposición de señalización.
	Repintado de números de identificación en torres.
	Reposición de letreros de identificación de secuencia.
	Reposición de señales de peligro.
Puesta a Tierra	Medir la resistividad.
	Mejorar la calidad de aterramiento en el caso necesario.

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.6.3.1 Mantenimiento electromecánico

Comprende las obras de recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de estructuras, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.

3.2.4.6.3.2 Control de estabilidad en sitios de torre

Si del proceso de inspección de la línea, son detectados procesos de erosión, riesgos de deforestación o cualquier tipo de anomalía que afecte la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras de protección tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras. Estos trabajos son puntuales y los materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.

3.2.4.6.3.3 Mantenimiento en la zona de servidumbre o franja de seguridad

Durante todo el período operativo se deben evitar y controlar los acercamientos y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida. Dado que el principal elemento de crecimiento dinámico dentro de la franja es la vegetación, se debe ejecutar los programas de despeje de la servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles, limpieza de los sitios de torres, etc.

En Capítulo 10 Planes y programas se define en las fichas GIII-PMA-BI-03 el manejo del aprovechamiento forestal y GIII-PMA-AB-03 el manejo de residuos sólidos.

3.2.4.6.4 Mantenimiento correctivo

Durante la operación de las líneas se presentan trabajos de mantenimiento o recuperación del servicio por eventos no previstos, como fallas geológicas, movimientos telúricos, voladura de torres, explosión de equipos, vendavales, incendios, etc. que requieren oportuna atención para restablecer el servicio dentro del tiempo máximos permitidos, con el fin de evitar restricciones y reclamaciones por parte de los usuarios.

Tabla 3-80 Actividades De Mantenimiento Correctivo

ELEMENTO	ACTIVIDAD
Estructuras	Cambio de tipo de estructura.
	Cambio de estructuras rotas o en mal estado.
	Cambio de crucetas.
	Instalación de una estructura nueva.
	Reparación y reposición de material faltante
Tensores	Instalación de un tensor adicional.
	Re-compactación y reposición de material faltante.
	Reubicación de un tensor existente
Conductores	Cambio de conductor e hilo de guardia.
	Reparación de conductor e hilo de guardia
Puesta a Tierra	Reparación y reposición de material faltante

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.6.5 Rutas y Frecuencias de movilización

Las rutas utilizadas durante la operación de la línea se listan a continuación y están descritas con detalle en el numeral 3.2.4.1.2

- Vía Sabanalarga - Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal.
- Vía La Retirada – Planeta Rico
- Vía de acceso a Fincas Villa Mary y Villa Otti.
- Vía de acceso al predio San Rafael.
- Camino privado Finca La María.

La frecuencia de movilización será común para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW, la Subestación Elevadora El Uvero y la línea de evacuación durante la etapa operativa. En la Tabla 3-81 se presentan los recursos previstos para esta etapa.

Tabla 3-81 Frecuencia De Movilización

ETAPA	NÚMERO Y TIPO DE VEHÍCULO	FRECUENCIA
OPERATIVA	1 camionetas 4X4	Semanal

Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.7 Operación de la Subestación Elevadora El Uvero

La subestación es la encargada de realizar las transformaciones de tensión, de frecuencia, del número de fases o la conexión de dos o más circuitos.

Para un correcto funcionamiento de la subestación se hace necesario establecer un plan anual de mantenimiento que permita la intervención periódica de los diferentes equipos que componen la subestación. Estas labores permiten conservar la estabilidad del sistema, prolongan la vida útil de la subestación y aumenta la disponibilidad de los equipos intervenidos.

Antes de iniciar la operación se debe elaborar un manual de operaciones adaptado para las instalaciones de la Subestación Uvero, en este se deben describir cada uno de los procesos de la operación, incluidos los de mantenimiento.

A continuación, se describen las actividades principales de la fase operativa de la subestación elevadora El Uvero:

3.2.4.7.1 Puesta en marcha

Para la puesta en marcha de la subestación se deberán realizar las pruebas de equipos e instalaciones basándose en el Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE y norma técnica colombiana NTC 2050. La secuencia de pruebas antes de la puesta en marcha es la siguiente:

Transformador

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva y del proyecto.
- Inspección del aparato verificando el cumplimiento de las normas y especificaciones aplicables.
- Inspección del cableado de control, funcionamiento del cambiador de tomas, ventilación, herrajes, etc.
- Medidas de aislamiento primario-tierra, secundario-tierra y entre primario y secundario.
- Comprobación de los protocolos de pruebas entregados por el fabricante.
- Bloqueo de ruedas, desbloqueo de válvula de expansión, nivel de refrigerante.
- Verificación íntegra del cuadro de mando del transformador incluyendo el control de disparo y alarma de las proyecciones propias, purgado del Buccholz, funcionamiento del indicador de temperatura y del cambiador de tomas en carga/vacío, de bornas AT y del estado de la toma capacitiva.
- Verificación de enclavamientos mecánicos y eléctricos entre diferentes maniobras y posiciones o estado de aparamenta y pruebas.
- Funcionamiento de calefacción, iluminación, etc.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Interruptores de alta tensión

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos de fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Funcionamiento mecánico, eléctrico y control de presión de gas/nivel de aceite.
- Verificación completa del cableado de control, densostatos, etc.
- Medición de aislamiento del circuito de potencia y de control.
- Medición de resistencia entre herrajes.
- Comprobación de protocolos del interruptor.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Seccionadores de Alta Tensión

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Funcionamiento mecánico y eléctrico, enclavamientos mecánicos, etc.
- Verificación completa del cableado de control, etc.
- Medición de resistencia entre herrajes.
- Medidas de aislamiento.
- Consumos y medidas de c.c. de cuadros de mando.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Transformadores de Medida y Protección

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación de protocolos de los equipos.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.

- Se realizará la inyección primaria comprobando la relación de transformación de cada uno de los devanados y si esta relación se ajusta a lo especificado en planos o proyecto técnico.
- Se comprobará la polaridad de cada transformador, y el marcado de las bornas primarios y secundarias, los aprietes y el conexionado de los circuitos de protección y de medida.
- Comprobación de los circuitos de tensión (TT) y de los devanados secundarios (TI) entre las cajas de bornas de los transformadores y la caja de centralización, y desde la caja de centralización hasta las bornas de entrada al armario.
- Medida del aislamiento del cable entre la caja de centralización y los armarios de conexión.
- Medidas de aislamiento.
- Verificación de medidas a UCS.

Auto válvulas y Condensadores

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Medición de aislamiento.
- Medición de aislamiento entre fases y tierra.
- Verificación de las protecciones contra contactos indirectos.
- Comprobación de funcionamiento de los detectores.

Sistema de Protección y Control

- Inspección visual de los armarios de control y protección.
- Comprobación del montaje según los planos del fabricante e ingeniería de detalla constructiva.

- Comprobación del tendido, conexionado e identificación de las mangueras, hilos, bornas, etc.
- Verificación de las pantallas de los cables.
- Comprobación de alimentaciones y polaridades.
- Pruebas funcionales integrales del sistema de control (local, remoto, señales, alarmas, medidas, etc.)
- Pruebas funcionales integrales del sistema de protección (señales, alarmas, medidas, disparos, etc.).
- Verificación del funcionamiento de cada elemento de protección por inyección de intensidad/tensión secundaria, con los valores de ajuste previamente aprobados.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Continua

- Verificación del transformador de SSAA y del armario CDBT.
- Inspección visual del estado del conjunto rectificador-batería.
- Inspección visual del estado de los armarios de corriente alterna y corriente continua.
- Verificación de las características y conexiones del conjunto rectificador-batería.
- Comprobación del tendido, conexionado e identificación de mangueras, hilos, bornas, etc.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante de ingeniería de detalle constructiva.
- Comprobación de alimentaciones y polaridades.
- Pruebas eléctricas de señales, alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de alumbrado, video-vigilancia, anti-incendios, etc.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Relés de Protección

- Comprobación del montaje según los planos del fabricante e ingeniería de detalla constructiva, de todos los relés de protección, incluyendo la protección diferencial de barras cuando exista.
- Comprobación del tendido, conexionado e identificación de mangueras, hilos, bornas, etc.
- Comprobación de alimentaciones y polaridades
- Inyección de intensidades y tensiones.
- Ajuste documentado de las protecciones (cuando proceda), incluyendo los cálculos detallados para llegar a los valores de ajuste propuestos.
- Pruebas eléctricas de la protección, señales, alarmas, etc.
- Comprobación y medidas en carga.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

3.2.4.7.2 Mantenimiento electromecánico

Mantenimiento programado que se efectúa a un equipo, servicio o instalación con el propósito de reducir la probabilidad de fallo, mantener condiciones seguras y preestablecidas de operación, prolongar la vida útil y evitar accidentes.

Básicamente, el mantenimiento preventivo de los equipos, aparellaje y demás consiste en la limpieza y ajuste del equipo cada año. Generalmente las actividades a realizar serán las siguientes:

- Verificación operativa de los servicios.
- Inspección general del equipamiento y emplazamiento.
- Limpieza general del equipo.
- Restablecimiento y verificación operativa de los servicios.
- Inspección visual de todo el conexionado y estado de cables y conectores.

A continuación, se listan las principales tareas de mantenimiento de la subestación:

- Revisión general y Limpieza

- Revisión general de estructuras metálicas. Anual
- Revisión general de red de tierras. Anual
- Revisión general y mantenimiento de interruptor híbrido. Según manual del fabricante
- Revisión general y mantenimiento de transformador de tensión.
- Revisión general y mantenimiento de transformador de potencia.
- Revisión general y mantenimiento de auto válvulas.
- Revisión general de aisladores, herrajes y conductores
- Revisión general y mantenimiento de transformador de servicios auxiliares.
- Revisión general y mantenimiento de rectificadores y bancos de baterías.
- Revisión general y mantenimiento de sistema de alumbrado
- Revisión general y mantenimiento de sistema de climatización
- Revisión general y mantenimiento de sistema de detección de incendios.
- Revisión general y mantenimiento de sistema de control y protecciones.

3.2.4.7.3 Mantenimiento correctivo

Las tareas de mantenimiento correctivo se llevarán a cabo después de ser detectada una avería o identificado el desgaste de algún elemento del sistema con la finalidad de restaurar la unidad en el menor tiempo posible. El mantenimiento correctivo puede considerarse dividido en dos partes:

- Mantenimiento correctivo programado.

Es una actividad correctiva que implica reparación y reemplazo de piezas que tiene carácter preventivo, ya que en función de las condiciones del equipo o de ciertos parámetros se efectúan las reparaciones con la intención de anticiparse y prevenir daños mayores que afecten a la disponibilidad del equipo.

- Mantenimiento correctivo por avería.

Se presenta cuando existe una falla o avería grave de algún o algunos equipos de la subestación, estas averías se presentan por causas ajenas a la voluntad de los

responsables de la subestación, y se deben a factores externos: condiciones climáticas, daños de terceros, problemas en la línea de evacuación o distribución.

3.2.4.7.4 Frecuencias de movilización

La frecuencia de movilización será común para el Parque Solar fotovoltaico Guayepo III, la Subestación Elevadora El Uvero y la línea de evacuación durante la etapa operativa. En la Tabla 3-82 se presentan los recursos previstos para esta etapa.

Tabla 3-82 Frecuencia De Movilización

ETAPA	NÚMERO Y TIPO DE VEHÍCULO	FRECUENCIA
OPERATIVA	1 camionetas 4X4	Semanal

Fuente Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.4.8 Infraestructura asociada al proyecto

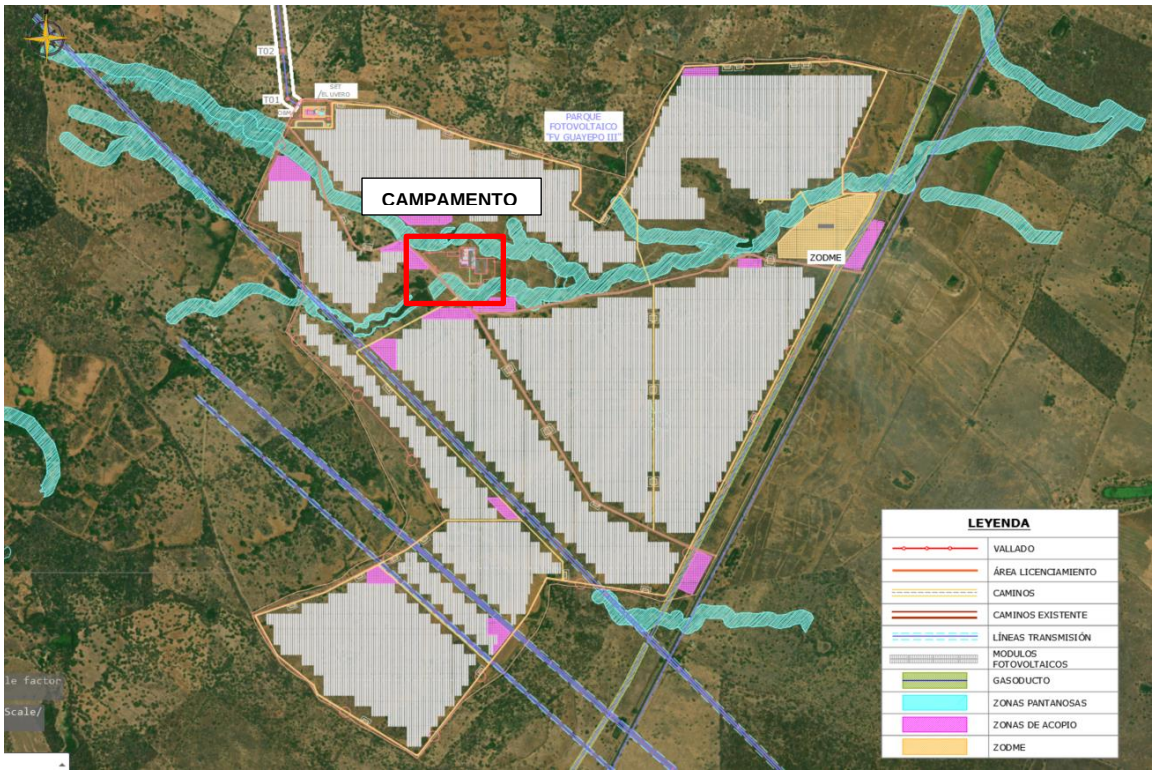
3.2.4.8.1 Instalaciones de uso temporales

La infraestructura temporal está compuesta principalmente por el campamento, centros de acopio y frentes de trabajo para la fase constructiva, serán retiradas al finalizar la etapa constructiva e inicio de la etapa operativa. La distribución y ubicación de las instalaciones temporales corresponden a una propuesta preliminar que podrá ser ajustada en la fase constructiva.

3.2.4.8.1.1 Campamento de obra para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW

El campamento principal se proyecta en un área aproximada de 3,80 Hectáreas al interior del Parque Solar y sobre unos de los corredores principal como se observa en la Figura 3.86.

Figura 3.86 Ubicación del campamento.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

La Tabla 3-83 muestra las coordenadas de localización del campamento de obra.

Tabla 3-83 Coordenadas Zona De Campamento

VERTICE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL – CTM12	
	ESTE	NORTE
CA 1	4802257,1526	2726773,8568
CA 2	4802257,1526	2726689,2203
CA 3	4802233,3578	2726670,3458
CA 4	4802201,5330	2726669,9817
CA 5	4802201,7705	2726649,2297
CA 6	4802112,1715	2726647,8524
CA 7	4802081,6829	2726683,2721
CA 8	4802046,8045	2726701,4378
CA 9	4802009,9803	2726701,4378
CA 10	4801995,7840	2726698,3667
CA 11	4801903,9492	2726799,0967
CA 12	4802027,1334	2726804,8496
CA 13	4802087,1334	2726804,8496
CA 14	4802087,1334	2726823,8975
CA 15	4802162,7534	2726823,8975
CA 16	4802162,7534	2726773,7260

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Se habilitará la infraestructura de apoyo, considerando la implementación de contenedores o estructuras prefabricadas tipo container sobre cimientos superficiales, de ser necesario para nivelar el contenedor. Estos apoyos serán de madera o dado de hormigón pobre.

Dentro del campamento se contará con las siguientes instalaciones, ilustradas en la Figura 3.87 y Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0047-EOMC Plancha 1.

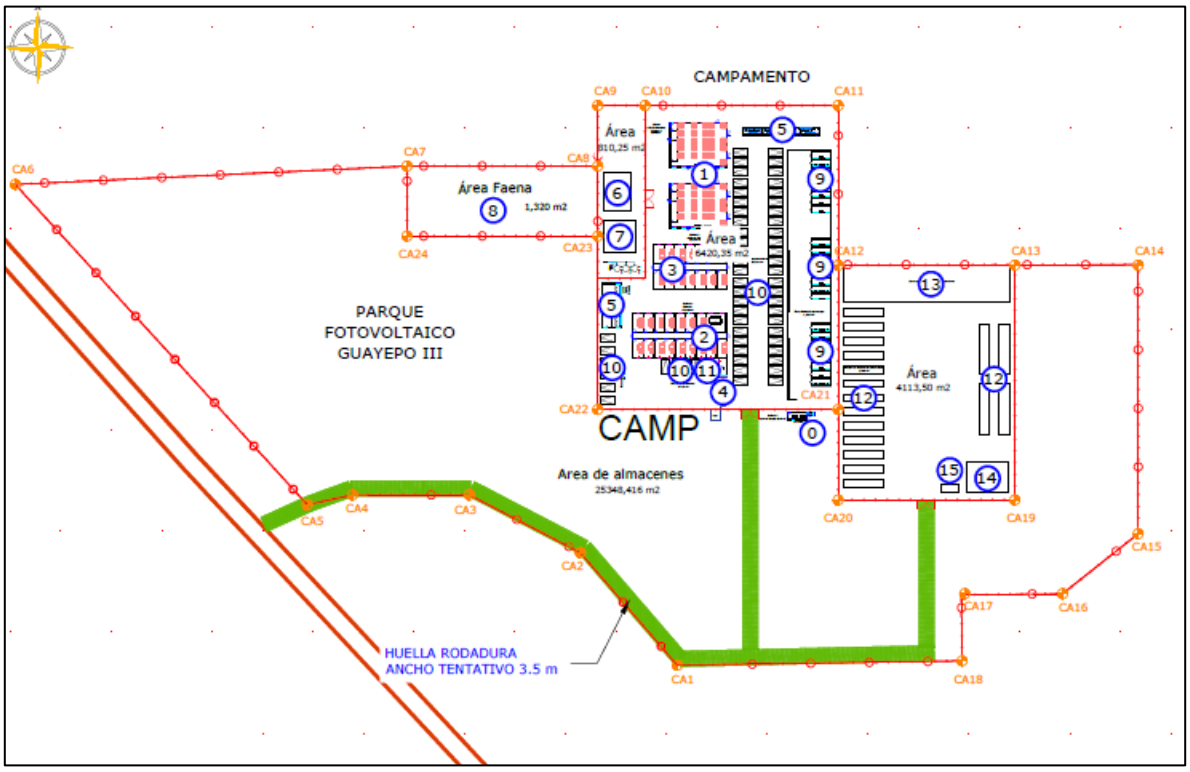
- Portería
- Oficinas para contratistas
- Oficinas para empresa EPC
- Oficina Principal
- Baños portátiles

- Comedor
- Tanques de almacenamiento temporal de aguas residuales
- Tanque de agua potable
- Enfermería
- Contenedores para almacenaje
- Generador
- Caseta para tableros eléctricos
- Área de residuos no peligrosos
- Área de residuos peligrosos
- Área de residuos domiciliarios.
- Zona de acopio BOP, Cabinas y seguidores.
- Estacionamientos

Para esta área no se contemplan dormitorios en los campamentos, debido a que los trabajadores provendrán de las localidades cercanas, los corregimientos de Santa Rita, La Retirada, Martillo, Cascajal, Puerto Giraldo y de las cabeceras municipales.

El área donde se localizará el campamento de construcción corresponde a un área plana de pastizales que no requiere movimiento de tierras o aprovechamiento forestal, para su adecuación se procederá a despejar el área, delimitando su entorno con un cerramiento provisional y luego se identificaran al interior cada uno de los sectores funcionales. Después se realizarán las cimentaciones o apoyos superficiales requeridas para contenedores y equipos (fundaciones tipo dados de concreto) y por último se instalarán los diferentes recintos.

Figura 3.87 Distribución Campamento.



DETALLE DE INSTALACIONES

0.- Edificio Control Acceso General
1.- Comedor
2.- Oficinas
3.- Oficina EPG
4.- Ambulatorio
5.- Aseos
6.- Zona Residuos Domésticos (RSD)
7.- Zona Fosa Séptica
8.- Área Faenas
9.- Oficinas Subcontrtas
10.- Área Estacionamiento Vehículos
11.- Área Estacionamiento Autobús
12.- Almacén de Matrial de Construcción
13.- Zona Acopio Material No Conforme
14.- Almacén General
15.- Edificio Control de Acceso Área Almacén

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

- Unidades sanitarias y tratamiento de agua residuales

Siguiendo las disposiciones de la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de trabajo, el campamento tendrá unidades portátiles que incluirán un inodoro, un lavamanos y un orinal, en proporción de uno (1) por cada quince (15) trabajadores, separados por sexos, y dotados de todos los elementos indispensables para su servicio. Estos dispondrán de agua potable comprada a distribuidores autorizados.

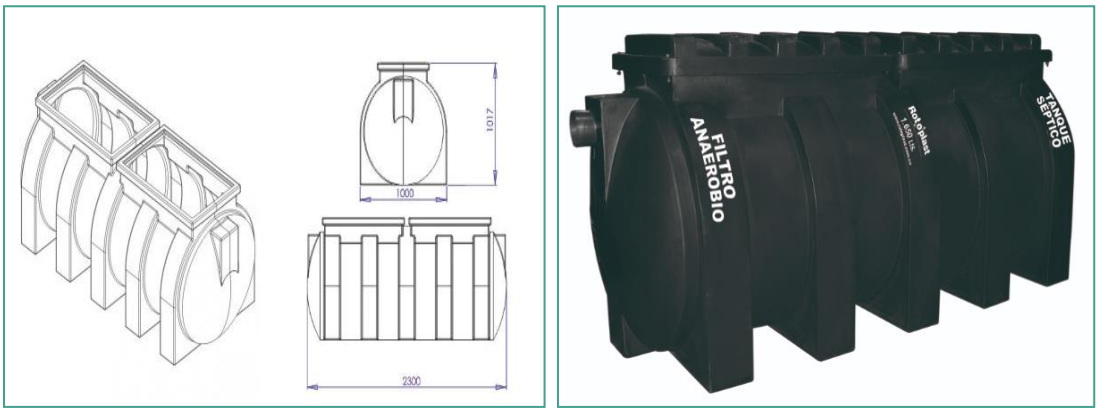
Para el consumo de agua de las oficinas habrá tanques de almacenaje de agua, con una capacidad de 1.000 litros.

Dentro del campamento también se contempla para la fase de construcción, la instalación de un tanque de almacenamiento temporal de aguas residuales o un sistema de tratamiento para manejar las aguas servidas provenientes de los lavamanos y del comedor del personal de la construcción, el agua se conducirá mediante tubería sanitaria por gravedad. Las aguas residuales serán recogidas tratadas y dispuestas por empresas especializadas quienes deberán contar con los permisos de la autoridad ambiental. El manejo de las aguas residuales se realizará de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-AB-04 para el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos. Las fichas se describen en el Capítulo 10 Planes y programas.

A continuación, se hace una breve descripción del sistema a utilizar:

- Tanque de almacenamiento para aguas residuales. Fabricado en polietileno de media densidad, resistencia a los golpes y al agrietamiento, resistente a la corrosión, no biodegradable, liviano, de fácil instalación y mantenimiento. Ver Figura 3.88. Figura 3.88. Este se ubicará subterráneo en la zona representada con el numeral 7 de la Figura 3.87

Figura 3.88 Tanque De Almacenamiento De Aguas Residuales.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

A continuación, en la Tabla 3-84 se registran las empresas autorizadas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico para la recolección y transporte de aguas residuales provenientes de unidades sanitarias portátiles.

Tabla 3-84 Empresas Autorizadas Para Manejo De Aguas Residuales

EMPRESA	REPRESENTANTE LEGAL	TELÉFONO	DIRECCIÓN
ASICOL S.A.S	Juan José Ayerbe	3183588832	Carrera 11 No.35-22 - Barranquilla
ECOBAÑO	Inés Elvira Brigard Rivas	3755099	Calle 30 No.26-12, Bodega 7 - Soledad
MAKEN S.A.S	Arturo Garay	3852955	Av. Circunvalar No.10-427 Bodega 33 – P. Ind. EuroPark
MAPREINCO LTDA	Esperanza del Giudice	3688998	Calle 73 No.39-68 - Barranquilla
SANIPUBLIC S.A.S	John Palacio de Kom	7282887	Calle 22A No.1-129 - Riohacha
SEPPSA FUMIESPECIAL	Roberto Pérez	3600856	Calle 69 No.46-39 Barranquilla
SEPTICLEAN S.A.S ESP	Sandra Gómez	3103099106	Calle 77 B No.57-141 Of.901 - Barranquilla
SERVIVIOS ESPECIALES SMIT	Frank Smith	3135458370	Calle 85 No.82-261 L1 - Barranquilla

Fuente: Corporación Autónoma Regional de Atlántico, 2020

- Almacenamiento de combustible

Para el proceso constructivo se estima que se requerían 3 grupos generadores Diesel de 100 KW cada uno. Cuyo consumo aproximado por generador es de 16,5l/h a un 75% de carga (Caterpillar DE110E2), tanque de 250Lt.

Se prevé contar como mínimo con almacenamiento para garantizar el abastecimiento de combustible por una semana aproximadamente de 2.000 Lt para los tres generadores.

Para el almacenamiento del combustible de los 3 grupos generadores, de la maquinaria de los frentes de trabajo y respaldo, se alquilarán tanques de combustible confinados que contará con la respectiva ventilación y contención de derrames equivalente al 110% de contención respecto al volumen almacenado de combustible. La superficie de esta instalación será aproximadamente de 9 m^2.

Estos tanques de almacenamiento se ubicarán en la zona denominada generador de la Figura 3.87.

El sitio de almacenamiento cumplirá con las siguientes condiciones:

- El área de almacenamiento debe ser identificada claramente, libre de obstrucciones y accesible solamente a personal capacitado y autorizado.
- Las áreas designadas para la colocación de los productos deben estar demarcadas en el piso para garantizar el espacio de circulación del personal.
- Las áreas especialmente diseñadas para tal fin deben ser bien ventiladas, protegidas de la luz directa del sol, la lluvia y los daños mecánicos.
- Las paredes deben ser en materiales no combustibles de tal manera que pueda ser un verdadero aislamiento en caso de un incendio, no se recomiendan materiales prefabricados.
- El techo debe ser liviano y fresco. No se recomiendan tejas de barro.
- Las puertas se prefieren metálicas por ser incombustibles. Se recomienda que abran hacia afuera.

El manejo de combustibles se realizará de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-AB-04 para el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos. Las fichas se describen en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.4.8.1.2 Frentes de trabajo

Dadas las dimensiones del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se definirá una serie de frentes de trabajo que permitirán optimizar los recursos de la construcción (materiales, mano de obra, equipos y maquinaria).

- Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

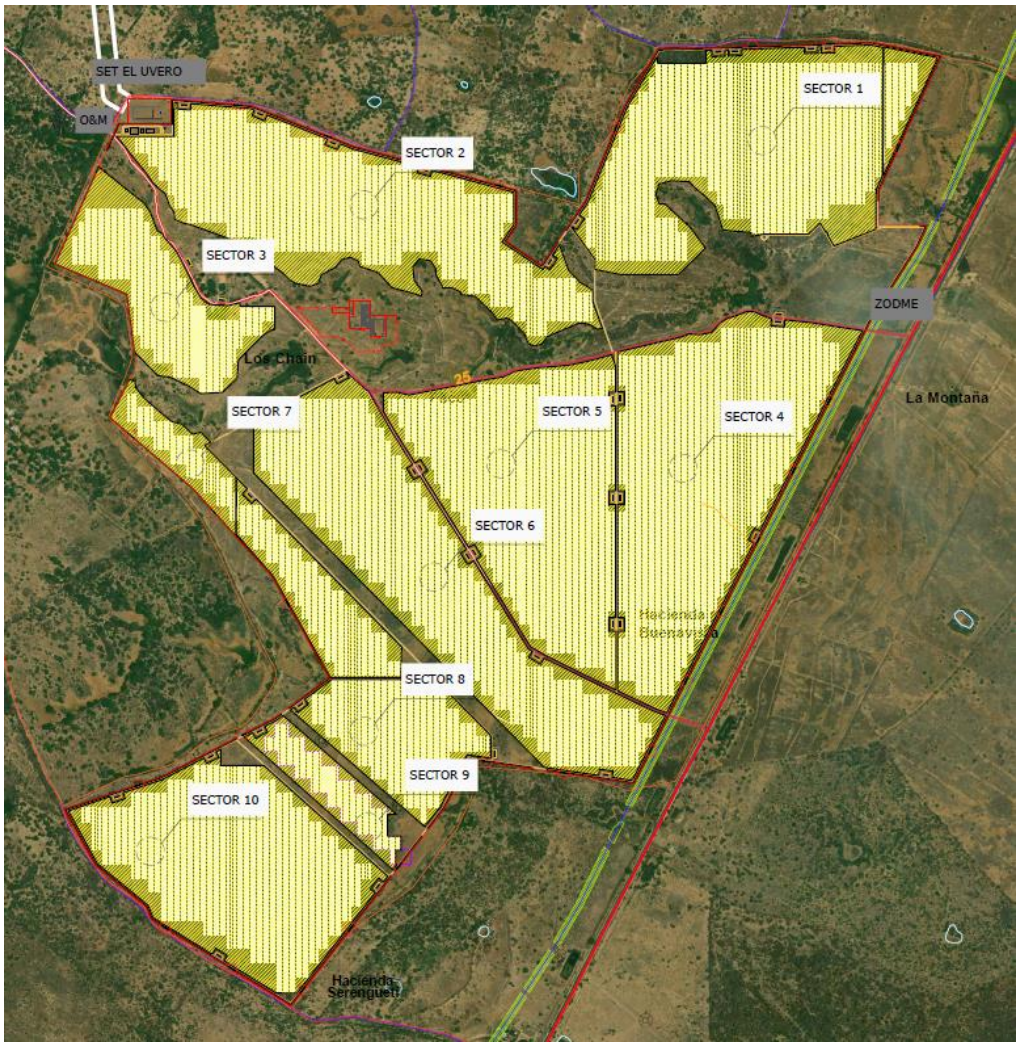
Los sectores definidos para la construcción del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III en el numeral 3.2.4.2.2.1 Sectorización para proceso constructivo., se abordará mediante un sistema de “Frentes de trabajo móviles”, donde se dispondrá de instalaciones sanitarias consistentes en dispensadores de agua potable y servicios sanitarios. Cabe destacar que donde se emplazarán los frentes de trabajo no se requiere realizar intervención del suelo adicional a la nivelación del parque. Los frentes de trabajo se desplazan según va avanzando la ejecución de labores de

construcción requeridas para la instalación de los paneles solares y la conexión de módulos.

Existirá una ambulancia permanentemente en sitio (sector de enfermería cercano a la subestación) durante los horarios de trabajo en fase de construcción, como servicio de atención primaria y traslado de personal ante eventuales accidentes.

En los frentes de trabajo no se contempla alojamiento de personal, este se hará en los centros poblados cercanos al área del proyecto (Ponedera o Sabanalarga) que cuentan con infraestructura para alojamiento y servicios básicos.

Figura 3.89 Sectores Para Construcción.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

- Línea de evacuación

Para el caso de la línea de evacuación los frentes de trabajo coincidirán con los sitios donde se ubicará cada torre. Dentro de la servidumbre solicitada se dispondrá de un área adyacente de 20x40 metros que permita el acopio de materiales, equipos y herramientas requeridos para la construcción de la cimentación y la estructura de cada torre. El área de trabajo y de acopio deberán estar debidamente aislada para prevenir el acceso de personal ajeno a la obra o animales, contará con dispensadores de agua y servicios sanitarios portátiles.

Para la construcción de la línea de evacuación, se consideran centros de acopio que no contemplan alojamiento de personal. El alojamiento de personal se hará en centros poblados cercanos a la línea de evacuación que cuenten con infraestructura para alojamiento y servicios básicos o por medio de alquiler de viviendas y/o fincas.

Las localidades cercanas son los corregimientos de Santa Rita, La Retirada, Martillo, Cascajal y de las cabeceras municipales.

- Unidades sanitarias y tratamiento de agua residuales

Cada frente de trabajo contará con baños portátiles durante todo el periodo que estos estén operativos dentro del Parque Fotovoltaico y la línea de evacuación. El alquiler y mantenimiento de las unidades sanitarias se contratarán con proveedores debidamente autorizados.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0066-ILAT Planchas 1 a 3 se muestran la infraestructura asociada a la línea de evacuación.

3.2.4.8.1.3 Zonas de acopio temporal Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

Para la construcción del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, se consideran centros de acopio que no contemplan alojamiento de personal.

Debido a las dimensiones del parque, se ha reservado trece áreas distribuidas por la parcela donde gestionar acopios de seguidores, módulos y otros equipos. Se tomó como referencia el área requerida para acopiar los contenedores de los paneles.

<u>Área requerida para almacenar contenedores con paneles</u>

- Medidas Contenedor 40pies = 12,2 m x 2,44 m x 2,89 m^2
- Área en planta de contenedor = 12,2m x 2,44 m = 29,8 m^2
- Número total de contenedores = 807
- Área total para acopio de contenedores= 29,8m^2 x 750 = 24048m^2 = 2,40 ha

Por lo anterior se debe definir como mínimo un área de acopio de 2,40 hectáreas para contenedores.

Fotografía 3.59 Descargue De Módulos En Zona De Acopio.



Descarga de Módulos en zona de acopio

Fuente: Celsia - 2017.

Para acopio de seguidores, materiales y equipos se aumentará un 100% el área requerida para contenedores, dando un total de 2,40 ha x 2,0 = 4,80 ha. las cuales se distribuirán dentro de los terrenos del parque proporcional a la cantidad de paneles por área y procurando ubicar estas zonas cerca de vías o caminos para mayor facilidad de ingreso y evacuación de los contenedores.

Se definieron 13 áreas de acopio como se muestra en la Figura 3.90 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0055-SECO plancha 2 sumando un total de 14,47 hectáreas distribuidas en las zonas de acopio 1 a la 13. En la Tabla 3-85 se detallan las áreas para acopio temporal.

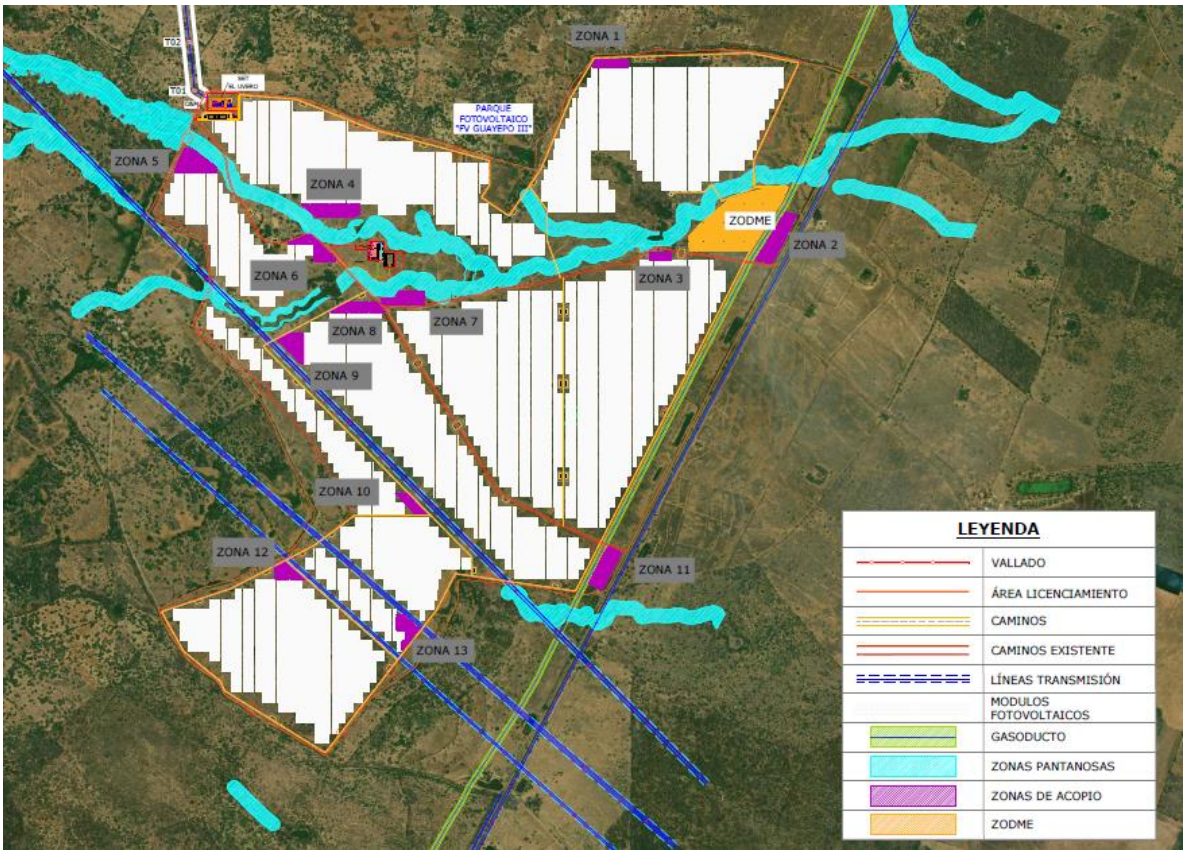
Tabla 3-85 Zonas De Acopio Del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III.

No.	ÁREA (ha)
ZA 1	1,63
ZA 2	1,60
ZA 3	1,15
ZA 4	1,11
ZA 5	1,08
ZA 6	1,10
ZA 7	0,44
ZA 8	0,61
ZA 9	0,64
ZA 10	0,86
ZA 11	1,85
ZA 12	1,52
ZA 13	0,84
Total	14,47

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Las áreas de acopio se ubicarán aledañas a los caminos internos del parque. La Figura 3.90 muestra las ubicaciones aproximadas de las zonas de acopio, cuyas coordenadas definitivas se establecerán en la etapa de construcción del parque solar.

Figura 3.90 Ubicación Zonas De Acopio Temporal



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.1.4 Plazas de tendido

Para el tendido de los conductores que conforman el proyecto, será necesaria la utilización de plazas de tendido, el almacenamiento de equipos y otros elementos de construcción de la línea, las cuales se encuentran ubicadas a lo largo de toda la línea, cumpliendo con criterios de selección que permitan minimizar los impactos ambientales evaluados; de tal manera que estas han sido ubicadas en lugares geomorfológicamente estables, con fácil acceso y que se consideran áreas despejadas en su mayoría de cobertura vegetal boscosa. Es importante mencionar que la utilización de las plazas de tendido y/o de almacenamiento de equipos y materiales conlleva a la responsabilidad de acondicionamiento final para llevar al estado inicial o mejorar sus condiciones en las cuales se encontraba previamente a la intervención.

Se han definido las plazas de tendido como se describe en la Tabla 3-86, se contará con una plaza de tendido intermedia ubicada en la Torre 10 (ID ING Tabla 3-32) en el K3+700 y como apoyo se tendrán las áreas de acopio ubicadas en los frentes de trabajo en cada sitio de torre. Y otra plaza de tendido en el extremo oriental de la línea donde se aprovechará el área definida para la Subestación Elevadora El Uvero para desarrollar las actividades de tendido de conductores.

Tabla 3-86 Lista De Tipos Plazas De Tendido Para Construcción

Tipo Plaza de Tendido	Características
Tipo 1	Dimensiones 60m x 100m Espacio para malacate Espacio para carrete pescante Baño portátil Combustible Caseta de seguridad industrial Vía de acceso - hasta 12 Toneladas

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

En la Figura 3.91 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0060-PTLT se presenta la ubicación de las plazas de tendido requeridas para el desarrollo de actividades de la Línea de Evacuación.

Figura 3.91 Localización Plazas De Tendido



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.1.5 Franja de despeje para tendido

Con el fin de optimizar y reducir el aprovechamiento forestal en la construcción de la línea, se define una franja de 15 metros de ancho sobre el eje de la línea de evacuación destinada a las actividades de tendido e izado de los conductores.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0066-ILAT Planchas 1 a 3 se presenta la ubicación de la franja de tendido requerida para el desarrollo de actividades del Proyecto Línea de Evacuación.

3.2.4.8.1.6 Accesos a sitios de torres

Hacen parte de la infraestructura temporal los accesos adecuados para el ingreso a los sitios de torre, los cuales se han descritos en el numeral 3.2.4.1.5 Accesos a sitios de torres y las obras de drenaje asociadas a las ocupaciones de cauce en la línea de evacuación del proyecto, que se describen más adelante en el numeral 3.2.4.8.4.3 Obras de Drenaje asociadas a la Línea de Evacuación.

Los accesos a sitios de torre comprenden la adecuación durante la fase constructiva de una franja o sendero temporal con ancho de 4 metros, suficiente para el paso de un camión. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-AM-EIAGUAYEPO3-1535- 0066-ILAT – Planchas 1 a la 3 se muestran los accesos por servidumbre a las torres desde las vías existentes.

En respuesta al requerimiento 1, literal b) el cual cita: ***b) Aclarar la temporalidad de dichos accesos y de la infraestructura de drenaje asociada (ocupaciones de cauce)*** **"** Se aclara que el uso de los senderos carreteables de acceso a los sitios de torre y las obras de ocupación de cauce serán de uso temporal para la fase constructiva y serán desmantelados finalizada dicha fase.

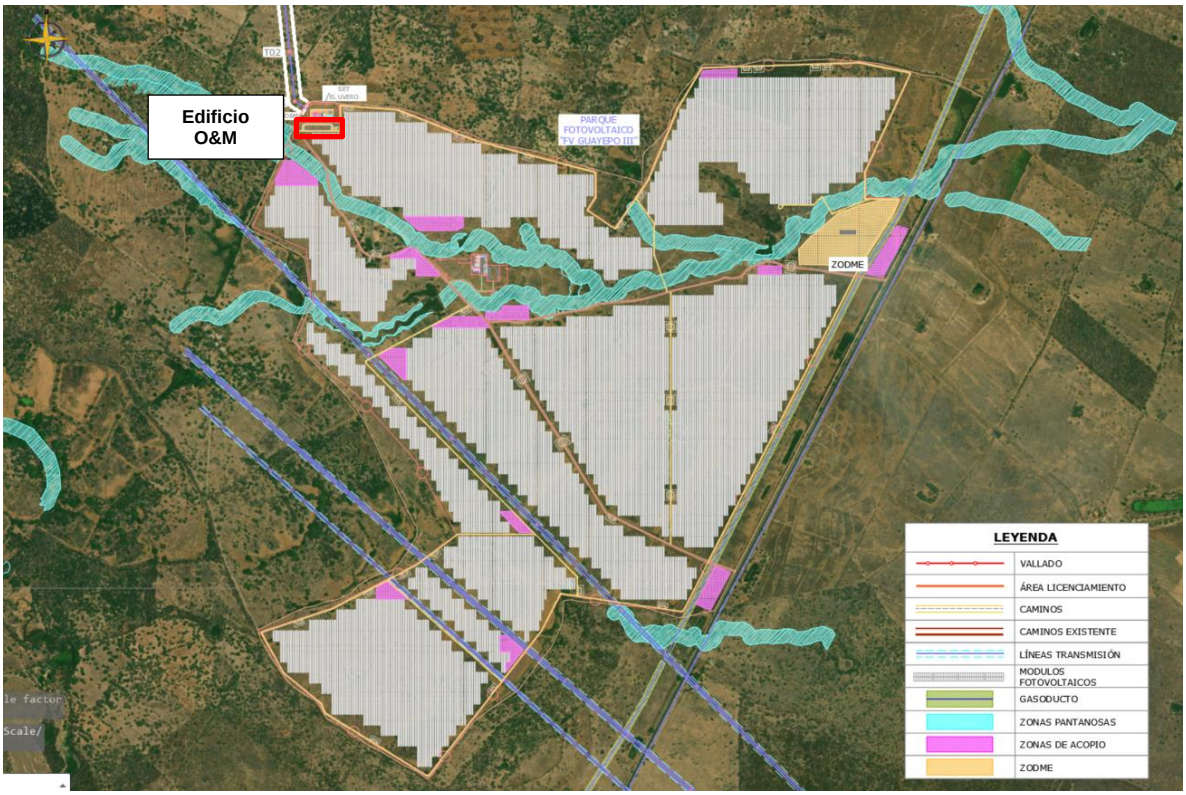
3.2.4.8.2 Edificaciones permanentes

3.2.4.8.2.1 Edificio de Operaciones y mantenimiento - O&M

La zona designada para la construcción de las instalaciones de Operación y mantenimiento tiene un área aproximada de 6.212 m^2 y se encontrará al costado sur de la Subestación Elevadora El Uvero al interior del Parque Solar. La zona para las instalaciones de O&M se dispondrá en un recinto cercado perimetralmente, independiente de la línea de evacuación. Figura 3.92 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0047-EOMC plancha 2. La distribución y ubicación de las edificaciones permanentes corresponden a una propuesta preliminar que podrá ser ajustada y optimizada en la Ingeniería de detalle.

Las coordenadas del polígono que contienen las instalaciones de Operación y mantenimiento se listan en la Tabla 3-87.

Figura 3.92 Localización Edificio De O&M



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

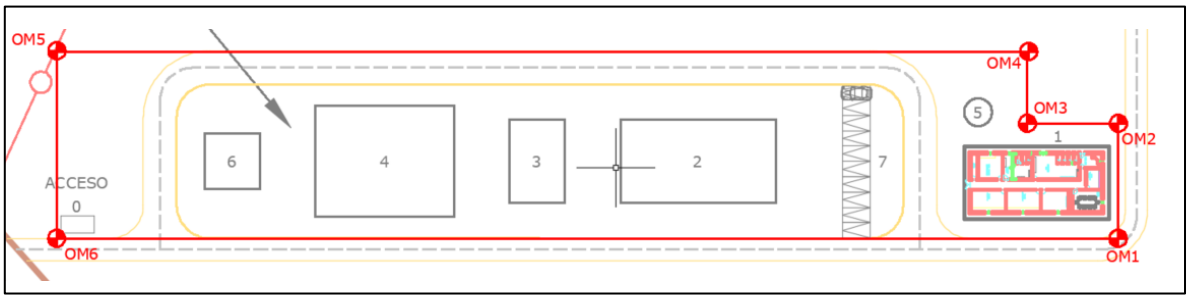
Tabla 3-87 Coordenadas Del Área De Operación Y Mantenimiento

VERTICE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL – CTM12	
	ESTE	NORTE
OM1	4801463,604	2727410,353
OM2	4801463,604	2727431,024
OM3	4801447,206	2727431,024
OM4	4801447,206	2727443,919
OM5	4801272,232	2727410,373
OM6	4801272,192	1666090,891

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

El área de operaciones y mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se distribuirá de acuerdo con la Figura 3.93, y constará de los elementos que se describen a continuación:

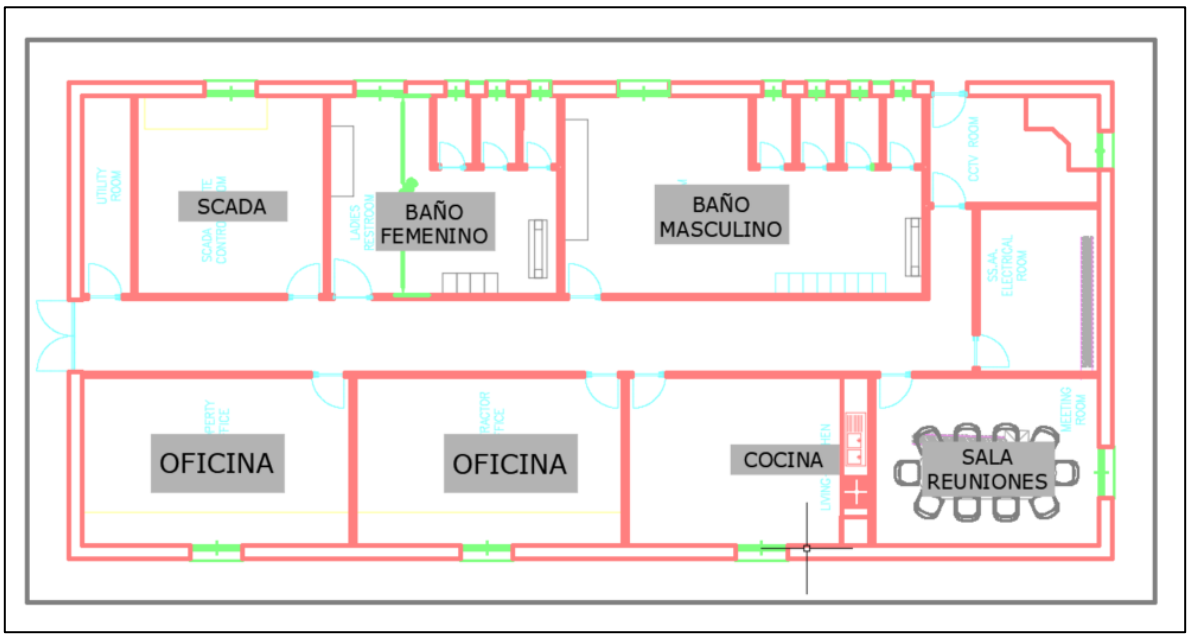
Figura 3.93 Distribución Área De Operación Y Mantenimiento



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

0. Portería: Se contempla un control de acceso con personal de seguridad.
1. Oficina Principal O&M: En el edificio principal de O&M se contempla disponer de oficinas de administración, sala de reuniones, sala de control (SCADA), cocina y baños. El edificio ocupará un área aproximada de 338,86 m^2 en un solo nivel. Ver Figura 3.94.

Figura 3.94 Distribución Edificio O&M.



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

2, 3 y 4. Bodegas de Operación y mantenimiento: Esta instalación permitirá concentrar la coordinación de los trabajos de operación y mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, en este sector se guardarán los insumos, equipos, herramientas y maquinaria necesaria para la fase de construcción y

operación, corresponde a una bodega sobre una loza de hormigón, con un área de 420 m^2 aledaña a la subestación eléctrica del proyecto, la cual contiene en su interior una zona de combustible, agua industrial y sector de mantenimiento.

La zona para mantenimiento de equipos mecánicos: se efectuará dentro de la bodega, sector que consistirá en un recinto demarcado con un piso confinado y techado, cuyo perímetro tendrá una canal recolectora conectada a un tanque para conducir los eventuales derrames que pudieran tener lugar.

En este lugar, se almacenarán los insumos requeridos para la mantención de equipos (aceite de motor y grasas lubricantes) en canecas de 55 galones, con tapa, acopiados en forma ordenada. A su vez, contará con extintor y contenedores portátiles identificados mediante colores y rotulación, para diferenciar los residuos que se generen en el lugar.

A modo de respaldo, se mantendrá dentro de la zona de mantenimiento, un sector para almacenar combustible en caso de utilizar el grupo generador auxiliar.

El tanque será diseñado y construido teniendo en cuenta las siguientes consideraciones mínimas:

- El material del tanque será acero.
- Se instalará puesta a tierra para el tanque y para las bocas de carga y descarga del combustible con el fin de neutralizar la energía estática.
- La tubería de desfogue debe tener un diámetro de 5 cm, y 2m, de longitud.
- El tanque se debe pintar de color plateado o blanco para que se refleje los rayos solares.
- Contará con venteos para la extracción de gases cuando el nivel del combustible descienda a más de la mitad de la capacidad del tanque.
- Contará con equipos de control de incendio adecuados a la clasificación de riesgo.
- Se instalará sobre tanques secundarios o diques de contención cuya capacidad sea de 110% de la capacidad del tanque.

Fotografía 3.60 Tanque De Acero Para Combustible



Tanque de acero para combustible

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2020.

5. Tanques de almacenamiento temporal de aguas residuales y Tanque de Agua Potable: Se procederá al almacenamiento de las aguas residuales y lodos que se generen durante la fase de operación del proyecto en tanques de polietileno de media densidad y resistencia a la corrosión. Los tanques deben asegurar la estanqueidad del sistema hasta que el agua sea retirada por una empresa autorizada para dicha actividad. Las aguas residuales serán conducidas al tanque mediante tuberías. Para el tanque de almacenamiento de aguas residuales se estima una dotación según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000 de 50 litros diarios por persona correspondiente a una oficina, el tanque aproximadamente deberá tener una capacidad para 35000 metros cúbicos y su mantenimiento se deberá hacer mensual.
6. Contenedores para almacenaje.
7. Estacionamientos.
8. Zona de acopio de residuos: Para los residuos generados en la fase de operación del proyecto se habilitará una zona de acopio temporal ubicada en el sector aledaño de la Subestación El Uvero. Los residuos se dispondrán transitoriamente en contenedores para luego ser retirados por empresas autorizadas, se tienen cinco áreas principales:
    - Bodega de Residuos No Peligrosos.

- Bodega de Residuos Peligrosos: contará con control de derrames y contenedores tipo estanco, con acceso restringido, acopiando este tipo de residuos por no más de 6 meses. Esto permitirá mantener transitoriamente los residuos peligrosos para su posterior disposición final en un lugar autorizado.
- Bodega para sustancias química.
- Piscina de lavado de aceites.
- Bodega de gases.

Unidades sanitarias y tratamiento de agua residuales

Para el consumo de agua de las oficinas habrá tanques de almacenaje de agua, con una capacidad de 1.000 litros.

El edificio de O&M contará con baños fijos, duchas y un comedor para el personal de operación del Parque Solar. Para el manejo de las aguas servidas provenientes de los servicios higiénicos y del comedor se contempla la instalación de un tanque de almacenamiento temporal de aguas residuales o un sistema de tratamiento. Las aguas residuales serán conducidas al tanque mediante tuberías.

Las aguas residuales serán recogidas, tratadas y dispuestas por empresas especializadas quienes deberán contar con los permisos de la autoridad ambiental.

El manejo de las aguas residuales se realizará de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-AB-04 para el manejo del recurso hídrico y residuos líquidos. Las fichas se describen en el Capítulo 10 Planes y programas.

3.2.4.8.2.2 Proceso constructivo

- Localización y replanteo: Comprende entre otras actividades, determinar como referencia planimétrica y altimétrica el sistema de coordenadas y el BM empleado en el levantamiento topográfico, verificar linderos, cabida del lote y aislamientos, identificar ejes extremos del proyecto y localizar ejes estructurales.

- Excavación mecánica: Se refiere al desplazamiento de volúmenes de excavación, rellenos y retiro de capa vegetal; necesaria para obtener las cotas de fundación y los espesores de subbases de acuerdo con los niveles de pisos contenidos en los Planos Generales. Incluye corte, carga y retiro de sobrantes.
- Relleno con recebo común: RE-75, RE-38 Comprende el suministro, colocación y compactación de material de recebo tipo RE-75 o RE-38 según las cantidades estipuladas, sobre una superficie debidamente preparada, en una o más capas, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones que se indiquen en los Planos Generales, Planos de Detalle y Estudio de Suelos del proyecto.
- Excavación manual: Consiste en el movimiento de tierras en volúmenes pequeños y a poca profundidad, necesarios para la ejecución de zapatas, vigas de amarre, vigas de rigidez, muros de contención y otros. Por regla general, se realizan donde no es posible realizarlo por medios mecánicos, Incluye el corte, carga y retiro de sobrantes.
- Zapatas y vigas de cimentación: Ejecución de zapatas y vigas en concreto reforzado de 3.000 psi. (21 MPa) para cimentaciones en aquellos sitios determinados dentro de los Planos Estructurales.
- Muros en mampostería estructural de arcilla: Mampostería interior que se ejecutará con Bloque Nº 4 o 5, estriado, distribuido de acuerdo con las dimensiones totales indicadas en los Planos Generales y de Detalle. El bloque debe ser cortado a máquina, sólido, bien cocido, de forma regular y de las dimensiones correctas. Incluye la ejecución de uniones entre elementos estructurales y no estructurales. Ver Fotografía 3.61

Fotografía 3.61 Edificios En Mampostería Estructural Confinada



Edificación en mampostería

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

- Acero de refuerzo: Suministro, corte, figuración, amarre y colocación del refuerzo de acero de para elementos de mampostería en concreto reforzado según las indicaciones que contienen los Planos Estructurales, El refuerzo y su colocación deben cumplir con la norma NSR 10. Esta especificación rige para acero de 37.000 psi. de 60.000 psi. mallas y grafiles de acero.
- Vigas y dinteles concreto de 3.000 psi: Se refiere este ítem a la ejecución de dinteles en concreto reforzado de 3.000 psi. las medidas serán las especificadas en el proyecto.

  - Cubierta: Se refiere a la instalación de estructura de cubierta y teja según especificaciones e instrucciones del fabricante.
  - Acabados.
  - Carpintería metálica.

Como alternativa del proceso constructivo se plantea soluciones de edificios prefabricados de hormigón modulares o de paneles prefabricados tipo sándwich. Ver Fotografía 3.62 y Fotografía 3.63.

En el primer caso suelen tener una altura estándar de 2,50 m, fabricados con panel de 15cm de espesor macizo o con aislamiento, cubierta de hormigón y totalmente ajustable en tamaño, en divisiones y en equipamiento.

Fotografía 3.62 Edificios Prefabricados



Ejemplo Edificios Prefabricados de hormigón

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

En el caso de edificios de paneles prefabricados tipo sándwich se caracterizan por la rapidez y seguridad en el montaje, disminuyendo la accidentabilidad en obra debido al reducido número de operarios necesarios. Además de la limpieza en obra, con escasa generación de residuos y facilidad de reciclaje, cumpliendo las normativas medioambientales.

Fotografía 3.63 Edificio de Paneles Prefabricados



Ejemplo Edificio de Paneles Prefabricados

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S 2021.

3.2.4.8.2.3 Cerramiento Perimetral

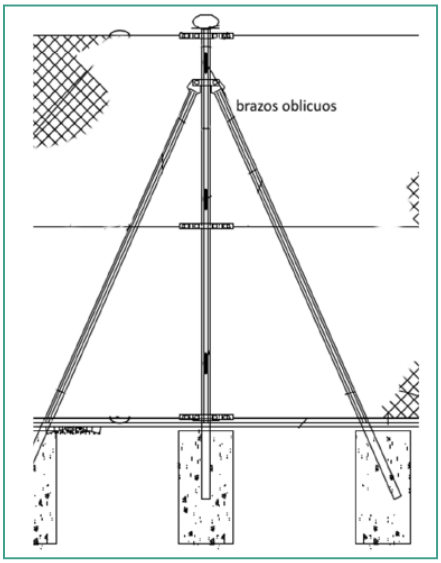
Para seguridad de las instalaciones y no permitir la entrada de personal no autorizado, se instalará un cerramiento perimetral que proteja tanto el parque como la subestación. Su ejecución se puede realizar en cualquier etapa de la construcción

ya que no interfiere con otras actividades del parque, pero se recomienda realizarlo lo más temprano posible.

Se considerará cerramiento de simple torsión con las siguientes características:

- Altura igual a 2,5 metros.
- Malla de simple torsión.
- Postes metálicos de acero galvanizado. Los postes serán instalados cada 3,5 metros, y cada uno tendrá su fundación. En todos los cambios de dirección (y cada 35 metros) se instalarán brazos (postes oblicuos) hechos del mismo material de los postes. Ver Figura 3.95.

Figura 3.95 Detalle Vallado Perimetral



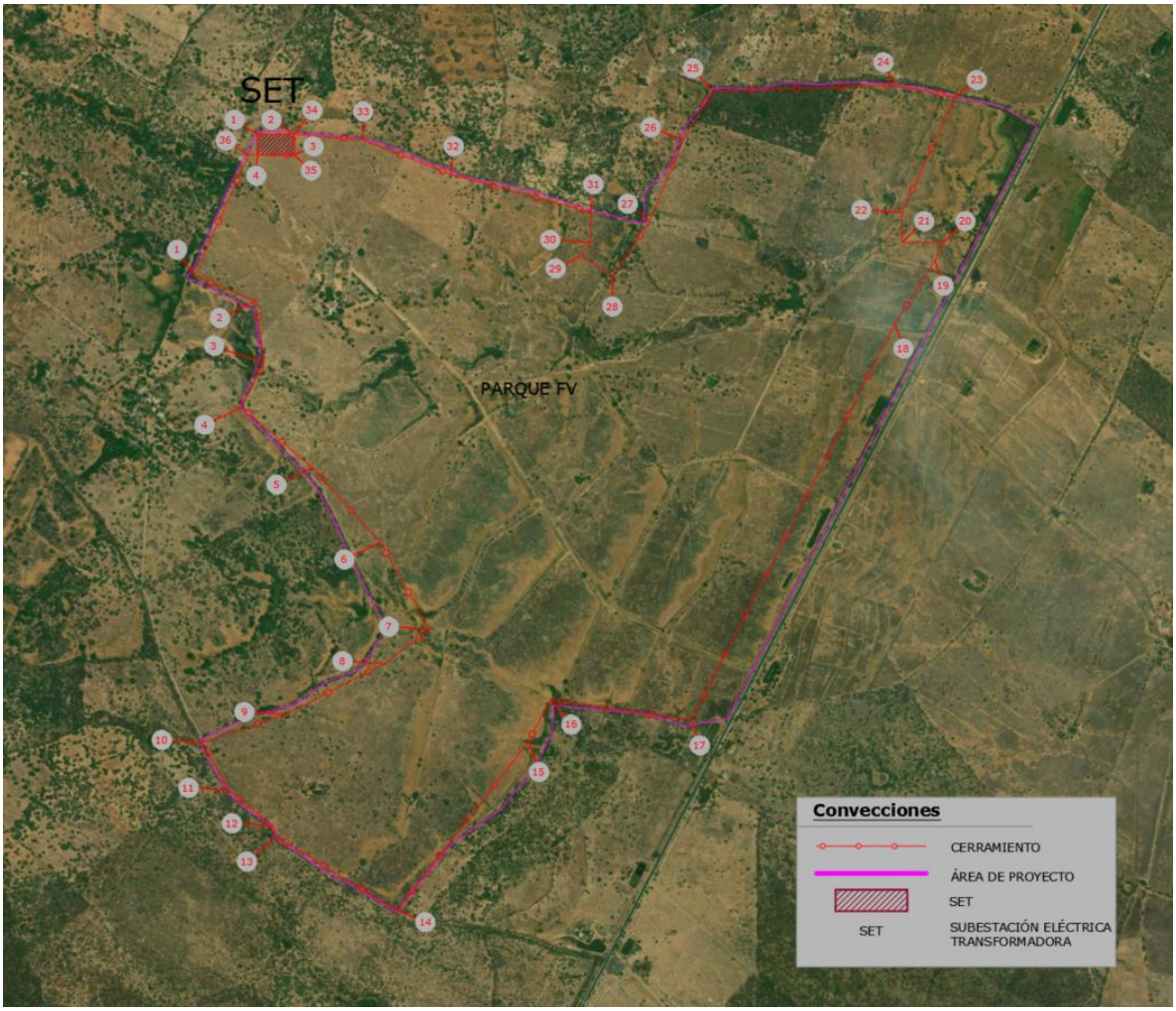
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

En la Figura 3.96 y el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0048-DECE se muestra la localización del cerramiento y se anexan las coordenadas de sus vértices.

En respuesta al requerimiento 3 literal a), el cuál cita **" *a) Verificar y ajustar el trazado reportado en el Modelo de Almacenamiento Geográfico - MAG como cerramiento del parque fotovoltaico.*** Se ajusta el trazado del cerramiento

reportado dentro del Modelo de Almacenamiento Geográfico (Anexo 11. Cartografía/GDB) de forma que coincida con la información reportada dentro del Estudio de Impacto Ambiental, en el Capitulo 3 Descripción del proyecto y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea que contiene los diseños tecnicos del proyecto.

Figura 3.96 Cerramiento perimetral



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.3 Fuentes de materiales

El uso de materiales de arrastre y/o cantera para las actividades de adecuación, mantenimiento y/o construcción de las vías de acceso y emplazamiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su Línea de evacuación, no contempla la

explotación y/o aprovechamiento directo de los recursos naturales. Por el contrario, esta actividad está relacionada específicamente con la adquisición del material a terceros que cuenten con las licencias y permisos vigentes expedidos por la autoridad competente para su explotación y comercialización.

De acuerdo con la legislación vigente, se podrá adquirir el material de arrastre o de cantera necesario para el desarrollo del proyecto en sitios de extracción que cuenten con los respectivos permisos minero-ambientales otorgados por el INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico colombiano – SGC) y la autoridad ambiental competente. No se aceptarán materiales provenientes de sitios que no cuenten con tales autorizaciones. La adquisición de materiales de construcción se hará de acuerdo con la ficha de manejo GIII-PMA-AB-02 para el Manejo de materiales, residuos de construcción y demolición (RCD), y zonas de disposición final- ZODME

A continuación, se presenta en Tabla 3-88 el listado de las canteras existentes en el Departamento del Atlántico debidamente licenciadas entregado por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA. En el Anexo 3.4 Consultas a entidades se encuentra el comunicado remitido por la CRA.

Para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y su línea de evacuación se requieren principalmente materiales granulares necesarios para la conformación de rasantes, morteros y concretos, en el listado se encuentran canteras pertenecientes a productores de cementos y concretos, los cuales también serán requeridos.

Las fuentes descritas no son limitantes y el material necesario se podrá obtener de cualquier sitio que cuente con licencia ambiental y su escogencia dependerá de las estrategias y cronogramas planteados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3-88 Listado De Fuentes De Material De Cantera

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
1	Ricardo Muñoz	0627-076	Juan de Acosta	7,430,912	Ricardo Muñoz Falquez	Se estableció un plan de Manejo Ambiental, mediante 0000710 del 30 de octubre del 2008, por 30 años, desde 13 de noviembre del 2003	Contrato de Concesión No. 20871, otorgado mediante resolución 701395 de 19 de Nov de 1996, Registrado el 17 de dic.2003, contrato de concesión HIM Nº 09301 del 26 de agosto de 2009, registrado 25 sept. 2009
2	Alfagres S.A.	0609-236	Tubará	860032550-7	Jaime Augusto Hernández Álvarez, APODERADO Douglas Velásquez Jácome	Mediante Resolución No. 000262 del 5 de septiembre de 2006, se otorgó Licencia Ambiental. Posteriormente, Mediante Resolución No. 000658 del 7 de octubre de 2008, se modificó Licencia Ambiental, en sentido de ampliar el área de explotación y otorgar permiso	Contrato de Concesión No. GF8-102 otorgado mediante resolución Nº 21 de abril de 2006
3	Cantera El Pavilo / C.E.C.G. Ingeniería y Servicios Técnicos Ltda	0709-077	Luruaco	802000640-3	Carlos Ernesto Corredor Garzón	Resolución Nº 0000686 del 29 de octubre de 2008. Posteriormente mediante Resolución No 00419 del 04 de Julio de 2012 se aprobó actualización del PMA	Mediante Resolución Nº 701405 del 29 de noviembre del 1995, se otorgó licencia Nº 19931 para la exploración Resolución 024 del 24 de Noviembre del 2000 por un término de 10 años
4	CT & Cía. LTDA, ahora CANTERAS DE COLOMBIA	0727-065 0701-186	Luruaco	800.059.146-3	Mauricio Núñez Remolina	Se renovó un Plan de manejo Ambiental y se otorgó permiso de emisiones atmosféricas a través de la resolución Nº 000128 del 04 de mayo del 2006, se modificó el PMA, en el sentido de utilizar explosivos mediante la resolución 1004 de 2010.	Mediante Resolución Nº 002031 del 10 de diciembre del 1986 se otorgó el contrato de concesión Nº 10429, inscrito el 11 de Oct. de 1990 concesión de 580,8 Ha
5	Pavimento universal S.A. EQUIPO UNIVERSAL S.A.	0727-062 0701-040	Luruaco	890.113.551-1 890.109.279-7	Jorge Navarro Reyes Gabriel Montoya de Vivero	Se estableció un Plan de Manejo Ambiental a través de la resolución Nº 000298 del 16 de septiembre de 2003.	Contrato de concesión 10429. subcontrato de concesión celebrado entre CT & CIA Ltda. Y Equipos Universal.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
6	Cemex concretos de Colombia SA. Mina san Jorge	0703-037	Repelón	800182922-3	Ruby Rasmussen Pabón	PMA por res: 000363 de 22 dic 2007	Titulo Minero Nº 15823 otorgado mediante Resolución 51216 de 18/08/1992
7	Fortaleza Ltda.	0709-240	Luruaco	8020000-0	Jaime Massart Ballestas	Mediante Resolución Nº 205 del 6 de julio de 2006, se otorga Licencia Ambiental. Permiso de emisiones atmosféricas, concesión de aguas, vertimientos líquidos, aprovechamiento forestal único.	Contrato de Concesión Minera DSM # 19503 de 2006, INGEOMINAS, concesiono por 10 años
8	Ingecost S.A., Arroyo de Piedras	0727-151 0701-141, Concesión de agua	Luruaco	802.017.913-3	Alvaro Omar Franco Blanco	Contrato de concesión Minera Nº 10429. subcontrato de concesión celebrado entre C.T. & Cia Ltda. e Ingecost	Se estableció un Plan de Manejo ambiental y se otorga permiso de emisiones atmosféricas a través de resolución Nº 000359 del 11 de diciembre de 2006
9	Ingecost S.A., Arroyo Ronco - Pendales	0709-325	Luruaco	802.017.913-3	Álvaro Franco Blanco	Se otorga Licencia Ambiental mediante Res. 000330 del 02 de noviembre del 2006 por el termino de duración de la actividad	Contrato de concesión GEP 132, de noviembre 16 del 2005 hasta noviembre 15 del 2035
10	Cantera Valorcon	0727-061 0701-165	Luruaco	800.182.330-8	Jaime Masar	Se aprobó un Plan de Manejo Ambiental Mediante resolución 0093 del 13 de diciembre del 1995	Esta cantera se ubica dentro del contrato de concesión de la empresa CT & Cía.. Bajo el Nª 10429, pero no reposa en el expediente el subcontrato
11	Concretos Argos S.A.	0709-033	Luruaco Luruaco	860350697-4 860350697-4	ILva Gomez	Lic. A. por medio de res: 0000252 de 5 jun 2001 y PMA por res:000035 de 5 feb 2002	Contrato concesión minera # 19829 registro Minero GFLL-01de 04/061997 por contrato concesión minera # 19716
12	Agregados del Atlántico S.A.	0909-043	Manatí	900229649-9	Ana Victoria Betancourt C.	Resolución Nº 0072 de noviembre de 1995 y fue	

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
						modificada mediante Resolución Nº 000769 del 01 de diciembre de 2009, por medio de la cual se autoriza la cesión de una licencia ambiental, de la cual era titular la empresa Colmintech a favor de agregados del	El ministerio de minas otorga Titulo Minero # 19811segun resolución Nº 701309 del 9 de noviembre de 1995
14	Cantera nisperal /cementos argos	1401-145 1403-043	Puerto Colombia	890100251-0	ILva Gómez	Resolución Nº 228 del 19 de marzo de 1996, emanada por el Ministerio de Ambiente, donde se impone un PMA	Contrato de concesión Minera Nº 02952
15	Cantera loma china / cementos argos	1401-145 1402-049 1403-045 1404-051	Puerto Colombia	890100251-0	Ilva Gómez Crespo	Plan de Manejo Ambiental otorgado por el ministerio de medio ambiente por resolución nº228 de 19 marzo de 19996	Titulo minero Nº 02952 Reg. Minero DIHC -01 de 07/09/1990
16	Cantera el triunfo / cementos argos	1427-146	Puerto Colombia	89010521-0	Ilva Gómez	Esta cantera se encuentra en proceso de cierre (licenciada por el Ministerio)	contrato de concesión nº 20311
18	Elvira reales ramos	1409-199	Puerto Colombia	C.C. 32618806	Adriana Fride Ramírez	Licencia Ambiental por Resolución Nº 00200 de 25 Junio de 2007 y aprovechamiento forestal	Contrato de Concesión de MINERCOL Nº EEC- 161 del 22 de Diciembre del año 2003
19	Cantera munarriz	1409-120	Puerto Colombia	900054824-9	Eduardo Munarriz Salcedo	P.M.A por resolución 0171 de 11 may 1995 Licencia Ambiental Según Resolución Nº 000312 de 01/102003. MEDIDA PREVE SUSP ACTV (RES 541/2014)	Contrato de concesión # 21087 protocolizado mediante Resolución Nº700930 de 15/07/1998 Registro minero GFQE 01 de 29 ene 2003 por 30 años
20	Linda Carvajalino	1427-713	Puerto Colombia	22,443649	Linda Carvajalino	PMA RES 00484 del 28 de Agosto de 2013, por medio del cual se aprueba PMA y se otorga permiso de Aprovechamiento forestal	Placa de Legalización de Minería NH6-11131- predio Puerto Rico

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
21	Cantera San Juan De Dios I / Cementos Argos S.A.	1409-022	Puerto Colombia	830103757-0	Ilva Gómez Crespo	Se otorgo Licencia Ambiental mediante Resolución Nº 00040 de 14 de enero de 2005	Mediante Resolución Nº 701437 de 12/09/1997, se otorgó concesión minera con registro 21539 y se registró bajo el numero GHMH-01, expedida por MINERCOL, posteriormente se cedieron derechos el 12 marzo de 2003 a CONCRECEM y se protocolizo con el Reg. Mine
22	Ladrillera S.A.	1409-267	Puerto Colombia	82023111-8	Marta Ines Cepeda	Licencia Ambiental por medio de resolución # 00000308 de 9 de junio de 2008	Título de concesión de mediana minería Nº 19812 otorgado mediante Resolución Nº 700253 de 15/02/96, por 30 años y mediante Resolución Nº GTRV0031 de 14/12/2007, se hace una cesión de derechos y se toman otras decisiones. ACTUALMENTE MEDIDA PREVE SUSP ACTV NO PERMISO EMISIONES RES de 2017
23	CANTERA SAN JUAN DE DIOS II / CEMENTOS ARGOS S.A.	1409-017	Puerto Colombia	890100251-0	Ilva Gómez Crespo	Licencia Ambiental mediate resolución Nº 000051 de 16 feb de 2005 y permiso de emisiones atmosféricas	Contrato de concesión minera Nº ECI 091para la explotación con registro nº 21539
24	ISABEL CRISTINA GIOVANETTY	1409-293	Puerto Colombia	c.c 32.506.569	Isabel Cristina Vega Giovanetty	Licencia Ambiental Resolución No 00775 del 26 de octubre de 2012	Contrato de Concesión minera KK6-14461
25	Transportes, Agregados y Maquinaria TAM., Cantera Maná	1509-041	REPELON	800.190.079-7	Juliana González Galvis	Res. 000172 del 25 de junio del 2002, se renueva la Licencia Ambiental por un término de 30 años	Contrato de Concesión Nº 19762, celebrado entre Minercol y La Empresa Transportes, Maquinaria y Agregados Tam, mediante radicado Nº 008406 del 2009, Ingeominas de la regional Valledupar hace llegar copia del contrato de concesión IKE-15251X, celebrado en

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
26	Cantera Puerto Rico, Nohemi Frizt de Bula e Hijos	1527-058	REPELON	22250750	Nohemi Fritz de Bula y Hermanos Bula Fritz	Proceso de legalización de Minería de Hecho	No cuenta con título minero, está en proceso de legalización por minería de hecho PLACA EI3-131
27	Ingecost S.A., NISPERO	1509-113	REPELON	802.017.913-3	Álvaro Franco	Resolución Nº 000185 del 21 de Junio del 2006	licencia de explotación nº 18799
28	Cantera el sahino	1527-025	Repelón	806008775-1	Salomón Melo	Titulo Minero# 16069	mediante registro 5-3109
29	Cantera Centro de Apoyo Logístico CANAAN	1509-247	Repelón	806008775-1	Ariel Enrique Castro Vega	se otorga Licencia Ambiental mediante Resolución Nº 0000596 del 30 de septiembre del 2008, en un área de 10Ha. Con 4579 m2, por la vida útil del proyecto.	Contrato de Concesión Nº HD3-091 por 28 años
30	JOHAN RIVERA SARRAZOLA	1509-289	Repelón	c.c. 71,976,389	Johan Rivera Sarrazola	Resolución Nº 000639 del 05 de agosto 2010	CONTRATO DE CONCECIÓN KIT 14461
32	Ricardo Muñoz Falques	1609-268	SABANAGRANDE	7430912	Ricardo Muñoz Falquez, Apoderada Adriana Ramírez Arrieta	Resolución Nº 00015 del 2010, se otorga Licencia ambiental.	Titulo Minero FCG-111
33	Cantera Las Luces/ Alvaro Osorio Carbonell	1609-178	SABANAGRANDE	72131384	Álvaro Osorio Carbonel	Resolución No 00937 - Establece Plan de Manejo Ambiental	Placa EDA-102 Ingeominas
34	Cantera Suministros De Colombia - SUMICOL	1609-275	SABANAGRANDE	890.900.120-7	Juan David Chavarriaga Gómez	Mediante Resolución Nº 0000694 del 30 de octubre del 2008, se otorga una Licencia Ambiental, en un área de 45 Ha. Con 7762m2 en el municipio de Sabanagrande, por un término de 22 años.	Contrato de concesión Minera FLD-157 ubicada en los municipios de Sabanagrande, Santo Tomas y Polonuevo
35	Raul Lopez Camacho	1709-286	Sabanalarga	c.c 79,378,782	RAUL LOPEZ CAMACHO	Resolución Nº 000622 del 02 de agosto de 2010 / Resolución No.00636 Del 13/09/2016 - Susp Activ Por No Contar Con Permisos Amb Vigentes	EKQ-091
36	Fernando Rangel De La Hoz	1927-411	Santo Tomas	79380392 de Bogotá d.c.	Fernando Rangel de la Hoz	Resolución 00755 del 03 de Diciembre de 2008, por medio del cual se establece como obligatorio un PMA	contrato e concesión GGM -121

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
37	Ingres Ltda. / Gonzalo Medina Gallo	1909-252	Santo Tomas		RINAGUI Y CIA S.A.S. / GM ARENAS Y TRANSPORTES LTDA	Licencia ambiental otorgada por la C.R.A mediante resolución 0000274 de 8 agosto e 2007 / RESOLUCION No.00710 DEL 18 /10/2016 (medida preventiva susp activ por no contar con medidas de contención coord 10°44'55,11"-74°46'55,57"	GER- 122 de noviembre 27 de 2006
38	Cantera Gres Caribe	2209-262	Tubará	800,228,676-0	Gerardo Retamoso	Resolución Nº 00588 del 05 de Octubre del 2008, por medio del cual se otorga una Licencia Ambiental	Contrato de concesión Minera FL3-082
39	Alfonso Ekcard	0527-407	Galapa	c.c 7.434.994	Alfonso Eckardt	Resolución No 00938 de 2011 (PMA)	Placa FKT-13E Ingeominas
40	Luis Alfonso Ramos	0709-308	Luruaco	C.C 7.428.020	Luis Alfonso Ramos	Resolución No 0071 del 25 de febrero de 2013 (PMA)	KH5-14011
41	Yesenia Wehedeking JP & CIA S.A	1409-309		1.140.844.518	Yesenia Wehedeking	Resolución 483 del 26 de agosto de 2013	TITULO MINERO GIT -081
42	Carlos Domingo Orozco Gallardo	2227-553	Tubará		Carlos Domingo Orozco Gallardo	Resolución No 005 del 02/01/2014	titulo Minero JAE-08441
43	Julio Serna Aristizábal	2209-312	Tubará	70.127.642	Julio Serna Aristizábal	Resolución No.00379 del 01/07/2015	KDD-15261
44	Vicente Caiaffa Rivas	1409-325	Puerto Colombia	12.536.772 de Santa Marta	Vicente Caiaffa Rivas	Resolución No.00685 del 13/10/2015	IDQ-08091
45	Nora Carvajalino de Saade	1427-724	Puerto Colombia		Nora Carvajalino de Saade	Resolución No.00922 del 30 de diciembre de 2015 (PMA)	ODO-11231
46	JOSE COTES BRUGES	EXP	Luruaco	17,802,912	José Cotes Bruges	Resolución No.000157 del 4 de abril de 2016	NI7-10301

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.							
SECTOR CANTERAS - DEPARTAMENTO DEL ATLÀNTICO							
Item	**Empresa**	**Expediente**	**Municipio**	**NIT. o C.C.**	**Rep. Legal**	**Licencia o Aprobación de P.M.A.**	**Titulo Minero o Contrato de Concesión**
47	ROBINSON AREVALO	Cantera el Refugio exp 1408-732	PUERTO COLOMBIA	72.012.383	ROBINSON AREVALO		NJ5-15481
48	ELIAS RUEDA	CANTERA LA GRANJA/ EXP 0127-693	Baranoa	19.584.220	ELIAS RUEDA	Resolución 00271 de 24 de mayo de 2013	OE7-15411
49	Ernesto de los Rios		Baranoa	73.165.499	Ernesto de los Ríos	Resolución 00449 de 13 de agosto de 2013	NH8-10481
50	Meida Maria Lugo Orozco - Elias Rueda		Sabanalarga	72.229.504	Meida María Lugo Orozco - Elías Rueda	Resolución No 000303 de 2013	OE9-16391
51	Fabio Wehdeking	0927-723	Manati		Fabio Wehdeking		TITULO MINERO JCI-14121
52	María Alejandra Rueda Lugo	0109-357	Baranoa	1.044.420.725	María Alejandra Rueda Lugo	Resolución No.00851 del 31/10/2019	TITULO MINERO PBQ-16021
53	Ketty Quash Sánchez Y Manuel Fortunante Charris Insignares	1009-359	Palmar De Varela	51788296 Y 7.434.462	Ketty Quash Sánchez Y Manuel Fortunante Charris Insignares	Resolución No.001056 del 31/12/2019	TITULO MINERO No.OG2-10071

Fuente: Corporación Autónoma del Atlántico - CRA. 2021

Tabla 3-89 Empresas proveedoras de concreto

Nombre	Nit	Municipio	Distancia al proyecto (km)	Título Minero	Licencia ambiental
Agregados del Atlántico SAS	900229649	Barranquilla	30	19811 según resolución Nº 701309 del 9 Nov. de 1995	Resolución Nº 0072 de noviembre de 1995 y fue modificada mediante Resolución Nº 000769 del 01 de diciembre de 2009
Cementos Argos	890100251-0	Soledad	42,7	19829 registro Minero GFLL-01de 04/061997	Resolución 0000252 5 jun 2001 y PMA por Res: 000035 de 5 feb 2002
Agregados LCP - Sahino	9011350578	Luruaco	50,4	16069	Resolución 000364 08 junio del 2001

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.4 Infraestructura de drenaje

3.2.4.8.4.1 Adecuación y/o construcción de obras de drenaje

Las obras de drenaje corresponden a estructuras encargadas de evacuar y disponer fuera del área del proyecto el volumen de agua proveniente de la precipitación y que se desplaza sobre el suelo como escorrentía superficial o el agua proveniente del desbordamiento de un cuerpo de agua. El fin de las obras de drenaje es prevenir la acumulación de agua y de esta forma mantener inalterada las estructuras y el avance de las actividades dentro del parque.

Se garantizará que el flujo de escorrentía será entregado adecuadamente a cuerpos de agua u obras de drenaje existentes. En sectores susceptibles de inundaciones se contempla la construcción de alcantarillas y/o badenes que permitan un adecuado drenaje transversal y no afectar la transitabilidad del corredor. Igualmente se realizarán labores de limpieza y mantenimiento rutinario a todas las obras de drenaje existentes en los corredores viales a utilizar descritos en el numeral 3.2.4.1.2 Vías existentes propuestas como acceso al Proyecto

El diseño detallado de estas obras se realizará durante la fase de ingeniería de detalle.

3.2.4.8.4.2 Obras de drenaje Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, Subestación El Uvero y ZODME

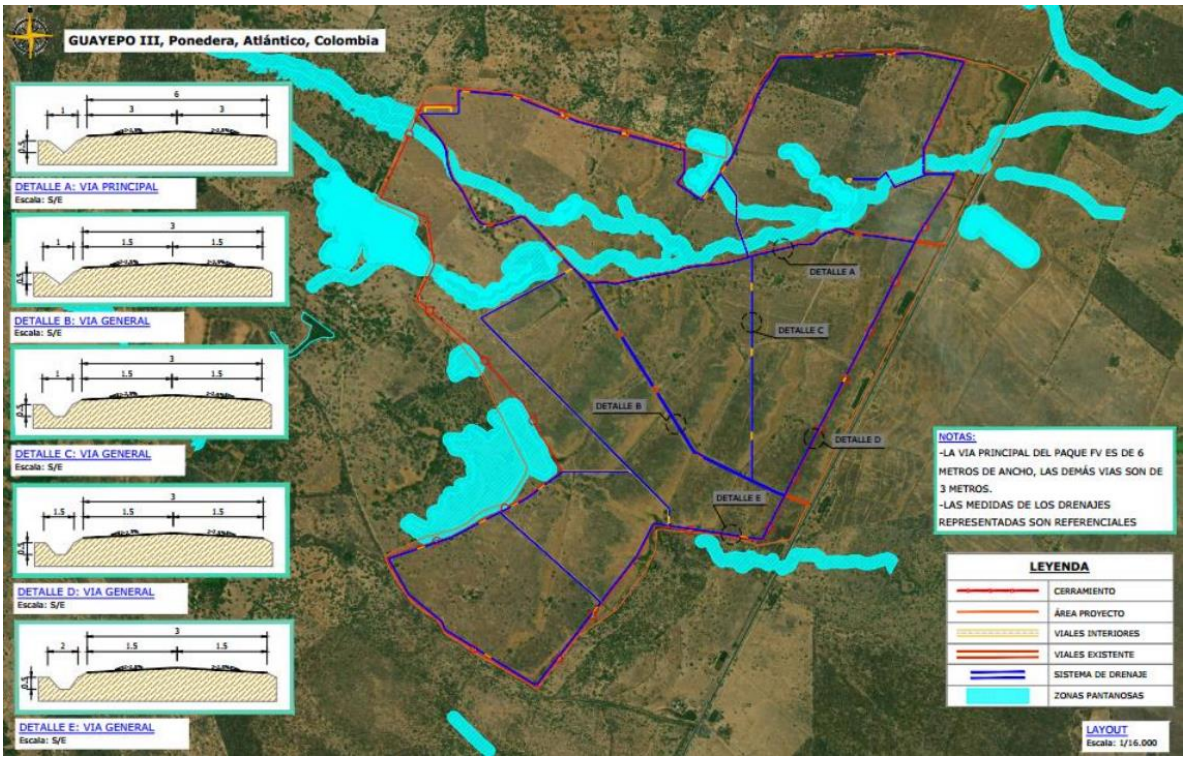
Drenaje interno Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y Subestación elevadora El Uvero

En la construcción y operación de una planta solar fotovoltaica, el estudio de las condiciones hidrológicas y el diseño de drenajes son parte fundamental para lograr proteger el sitio de inundaciones y precipitaciones fuertes, que pueden poner en riesgo el funcionamiento normal de la planta generadora.

Para el manejo de las aguas lluvias en el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, se plantea durante las actividades de nivelación conservar la pendiente del terreno en la mayor parte del área, la pendiente promedio es de 1 a 3%.

Adicional a la evacuación que permite la pendiente natural del terreno, la conducción de las aguas de escorrentía se realizará mediante un sistema de drenaje compuesto por una red de cunetas laterales en los corredores internos que canalicen los flujos de agua y los lleven a los cauces existentes, evitando de esta forma los daños prematuros por estancamientos de agua. La geometría de la cunetas propende conservar las condiciones de los suelos, evitando su erosión o desgaste. Se evitará en la medida de los posible el revestimiento de las cunetas para minimizar los residuos generador durante la construcción.En la Figura 3.97, en laTabla 3-90 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0070-SIDR se muestra la distribución y diseño preliminar de las cunetas.

Figura 3.97 Diseño preliminar de las cunetas



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

Tabla 3-90 Diseño preliminar de cunetas

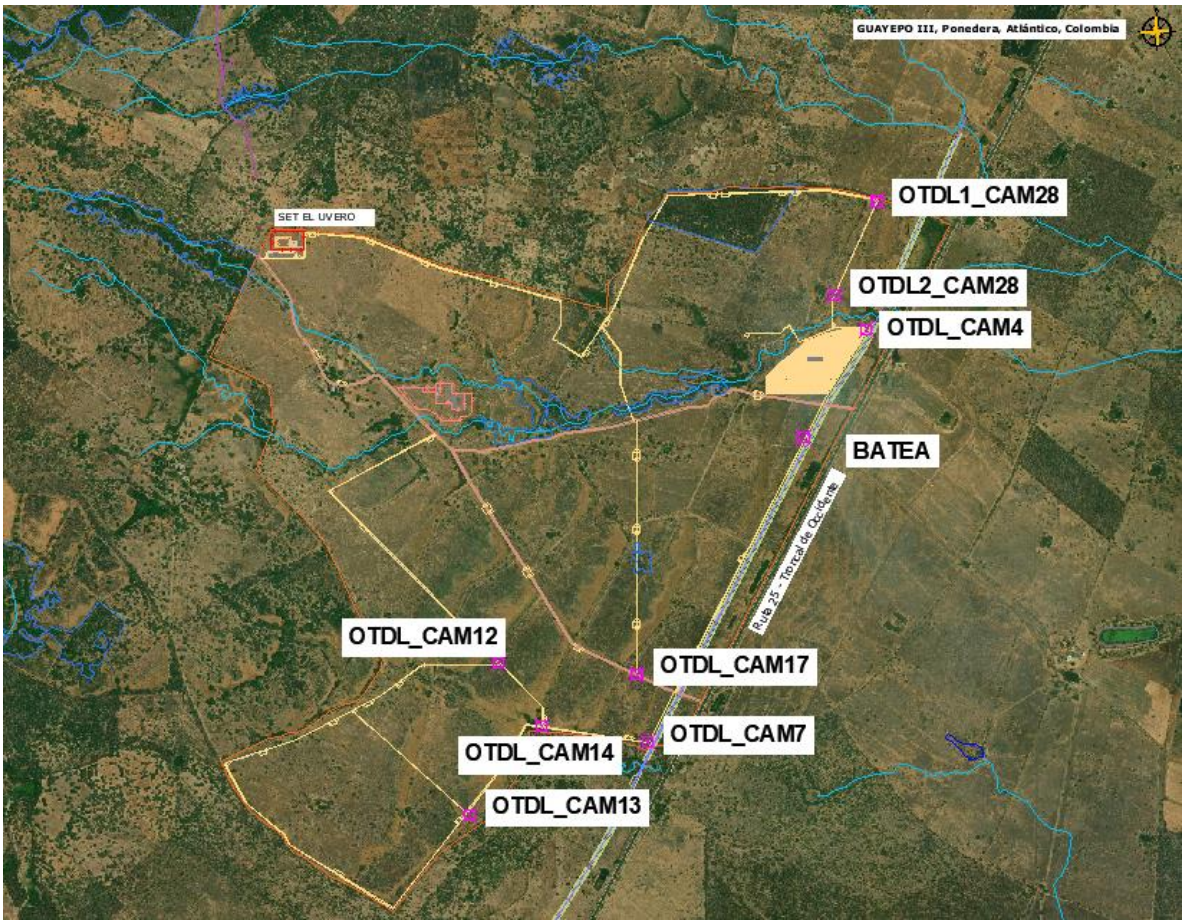
Tipo	Longitud (m)	Tipo de sección	Anchura (m)	Profundidad (m)
Tipo 1	8907,28	Triangular	1,00	0,50
Tipo 2	3042,46	Trapezoidal	1,00	0,50
Tipo 3	3109,82	Trapezoidal	1,50	0,50
Tipo 4	744,89	Trapezoidal	2,00	0,50

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, informe Diseño Preliminar Sistema de drenaje del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW se muestra los cálculos del diseño preliminar de la red de drenaje, el cual funcionará durante la etapa operativa del proyecto. Este sistema se ajustará y optimizará en la ingeniería de detalle, de tal manera que se minimicen lo mayor posible los revestimientos requeridos.

Una vez se construyan lo corredores internos, estos se constituiran en barreras que interrumpirán el flujo libre de la escorrentia superficial y, por ende, habrá que construir obras de drenaje que permitan el transito del agua entre las subareas del Parque Solar y no generar embalsamientos o inundaciones. En la Tabla 3-91 y Figura 3.98 se muestran las obras de drenaje a propuestas.

Figura 3.98 Diseño preliminar de obras de drenaje



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

Tabla 3-91 Diseño preliminar de obras de drenaje

DENOMINACIÓN	MATERIAL	TIPO	DIAMETRO
OTDL_CAM4	Hormigón	Circular	0,60 metros
BATEA	Hormigón	Circular doble	0,70 metros
OTDL_CAM7	Hormigón	Circular doble	1,00 metros
OTDL_CAM12	Hormigón	Circular doble	0,90 metros
OTDL_CAM13	Hormigón	Circular	0,60 metros
OTDL_CAM14	Hormigón	Circular doble	0,90 metros
OTDL_CAM17	Hormigón	Circular	1,5 metros
OTDL1_CAM28	Hormigón	Circular	0,60 metros
OTDL2_CAM28	Hormigón	Circular doble	1,00 metros

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

En respuesta al requerimiento 2, el cuál cita ***" a) Incluir en el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) la distribución y caracterización conceptual de la red de desagüe del parque Solar fotovoltaico***. Se propone una red de drenaje conceptual compuesta por cunetas paralelas a los corredores internos del parque Solar, los cuales se muestran en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0070-SIDR Hoja 1 e informe Diseño Preliminar Sistema de drenaje del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW.

b) Incluir la descripción y diseño conceptual de las zonas denominadas como "áreas control red de drenaje del parque". Las zonas denominadas "áreas control red de drenaje del parque", fueron áreas propuestas preliminarmente para el amortiguamiento del agua proveniente del sistema de drenaje, con el fin de evitar que, al intervenir el terreno y por ende el drenaje natural dentro del área de proyecto, se incrementen de forma relevante los caudales en los predios ubicados aguas abajo.

Con la evaluación del sistema de drenaje conceptual y a partir de la simulación hidráulica del mismo (Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, en el informe Memoria de cálculo Sistema de drenaje Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III) se concluye que la red de cunetas propuesta permite un drenaje adecuado del parque, porque evita que la acumulación de agua supere los 0,50m al interior del parque y porque no influye considerablemente en el aumento de caudales hacia los predios

colindantes, esto en parte debido a que, para la implantación de infraestructura del proyecto no se han intervenido los drenajes principales de la cuenca, ni sus rondas de protección.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente se eliminan del diseño y del Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) las zonas denominadas “áreas control red de drenaje del parque”.

d) Verificar la distribución de la red de drenaje y “áreas control red de drenaje del parque” y ajustar su ubicación en atención a la zonificación de manejo del proyecto.

Derivado de los ajustes solicitados en los literales a) y b) del requerimiento 2, se ha verificado que el diseño de la red de drenaje se realizó atendiendo la zonificación de manejo del proyecto como se aprecia en el Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0070-SIDR Hoja 2, que muestra la distribución de la red de drenaje y las restricciones de la zonificación de manejo.

*C*on los ajustes de la red de drenaje se han retirado del diseño las “áreas de control de la red de drenaje” y de esta forma se elimina la infraestructura que se encontraba dentro de áreas de exclusión, asociadas a Zonas pantanosas que describe el argumento 6 del requerimiento.

Procedimiento para el diseño definitivo del sistema de drenaje del Parque Solar

Se describe a continuación el procedimiento para el diseño y construcción del sistema de drenaje del Parque Solar y Subestación elevadora, el cual requiere diseños detallados que serán desarrollados durante la fase pre-constructiva y paralelo a la fase constructiva.

El drenaje del parque a diseñar buscará eliminar el exceso de agua superficial sobre la superficie del parque y restituir o ajustar la red de drenaje natural que pudiere ser afectada por las instalaciones civiles con el objeto de prever cualquier inundación incremental que pudiere afectar las condiciones de base de la población en el

entorno del parque, así como a las personas que trabajarán en su operación y también evitando daños por inundación a las obras civiles y equipamientos de generación del sitio.

Para ello, se desarrollará durante la **ingeniería de detalles** la siguiente secuencia general de labores:

1. **Estudio Hidrológico de Cuencas Mayores**. Se verificará que la hidrología y caudales que fluyen hacia el sitio del parque sea adecuada, considerando la información disponible en el IDEAM y a los criterios civiles y de períodos de recurrencia de las obras, según directrices del INVIAS. En particular para el manejo de drenajes de obras viales se considerarán los períodos de retorno diferenciados según indica el Manual de Drenaje vial de INVIAS y para áreas de paneles al interior del parque se considerará un período de retorno de 1:10 años para el sitio del parque, y para otras áreas de instalaciones y subestaciones 1:50 años. En caso de diferencias entre estos últimos criterios y lo indicado en el Manual de Drenajes de Invias, se aplicará el criterio más exigente.

2. **Estudio de Terreno.** Se efectuará un estudio de la topografía existente del parque junto con la cartografía IGAC existente, a escala 1:100,000 y/o 1:25,000, e identificación en ella de las cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25,000 o a mayor escala si los hubiere) que sean atravesadas por las plataformas y corredor viales considerados en el layout del parque. Esta información será complementada con topografía de detalle, s, y también con la información disponible de la red de drenaje y obras hidráulicas previas existentes en el sitio, identificando cauces mayores, ponteaderos u otras obras relevantes. La información topográfica de terreno será finalmente emitida mediante un Modelo Digital de Terreno Natural del sitio (MDTN).

3. **Estudio de Saneamiento Hidráulico de Obras Previo.** Con base en los Estudios de Terreno, a la topografía de detalle y a la identificación de la red de drenaje natural del sitio, se efectuará una revisión y ajuste del escurrimiento de aguas natural mediante modelación hidráulica en dos dimensiones considerando las tormentas recomendadas por criterios INVIAS.

   Tomando los antecedentes de precipitaciones aportados por el Estudio Hidrológico de Cuencas Mayores y la disposición general de las obras de movimientos de tierra y de sus corredores viales se determinará una primera red tentativa de líneas de drenaje de aguas lluvia del parque y de sus contornos. En esta primera red de drenajes se evaluarán las líneas de pendiente máximas de flujos en todo el sitio y a partir de ello se efectuará una primera evaluación de las subcuencas aportantes a cada tramo de la red.

   Con esta primera definición de subcuencas se podrá determinar los caudales aportantes por cada una de ellas.

   A partir de la primera determinación de las caudales de las subcuencas aportantes se efectuará una evaluación de las obras de drenaje más adecuada a cada elemento del parque considerando cuadros tipos de sección-pendiente-caudal, incluyendo:

- Plataformas: Canales, cunetas de borde, bordillos, zanjas de coronación o drenes de infiltración subterráneos.
- Caminos, Corredores: Canales, badenes, cunetas de borde, zanjas de coronación, alcantarillas de paso, puentes.
- Obras de manejo de agua: Disipadores de energía, dispositivos de drenaje subsuperficial, protecciones hidráulicas.

   El estudio de drenaje determinará los caudales afluentes a cada una de las obras específicas.

Utilizando las obras así definidas, ellas serán luego dimensionadas hidráulicamente considerando la subcuenca respectiva drenada, las pendientes hidráulicas de la obra, su rugosidad, condiciones de borde, régimen hidráulico de diseño e interacción con las otras obras hidráulicas del parque con el objeto de determinar una dimensión tentativa de las obras.

Estos estudios preliminares también ayudan a definir la necesidad de obras de protección.

4. **Estudio de Saneamiento Hidráulico de Obras Definitivo.** Si de acuerdo con el Estudio Hidráulico Previo alguna zona del parque presentase riesgos de estancamiento de aguas o bien las obras preliminares definidas requirieran dimensiones hidráulicas excesivamente menores o mayores para el tipo de caudal a manejar o tipología de obra, se efectuará un ajuste global del sistema de drenajes considerado.

   En este ajuste se procederá a una segunda repartición y evaluación de las subcuencas y red de drenaje del sitio con el objeto de mejorar la cantidad y tipos de obras consideradas y con ello poder dividir los caudales a transportar para los períodos de recurrencia de diseño y verificación considerados con el objeto de que ellas puedan operar con capacidades y revanchas adecuadas a las seguridades adoptadas.

   Una vez definido un sistema de obras de saneamiento de aguas lluvias que presente dimensiones hidráulicas razonables se efectuará una evaluación global de la socavación esperable en canales erosionables y en la entrada y salida de las alcantarillas pudiéndose definir protecciones hidráulicas en el caso de existir algún riesgo de falla por erosión en alguna de las obras.

   De la misma manera se definirá la necesidad de incorporar disipadores de energía y obras de manejo subterráneo del agua para evitar el estancamiento de los flujos y con ello evitar riesgos de inundación para el tránsito de

personas, equipos y para las obras de infraestructura civil y eléctrico del parque.

5. **Estudio de Drenajes Vial y de Plataformas**. Una vez que se haya definido y revisado la red drenajes a través del Estudio de Saneamiento Hidráulico de Obras Definitivo, se efectuará el Estudio de drenaje vial y de Plataformas definitivo el cual incluirá el proyecto civil final de plataformas, vías y corredores incluyendo dimensiones de las obras, gálibos mínimos, pendientes, caudales drenados, diseño de alcantarillas, cunetas, zanjas de coronación, aliviaderos, bordillos, disipadores de energía, subdrenes y demás elementos de drenaje superficial y subterráneo que se requieran, diseño de pontones, puentes y muros de contención. Estos diseños incluirán el estudio de fundaciones y, en el caso de pontones y puentes, los estudios de socavación. Como referencia de estos estudios se utilizará el Manual de Drenaje de Carreteras del Invias.
6. **Estudio de Saneamiento Hidráulico de Obras Final.** Considerando el layout civil del parque, el Estudio de Drenajes Vial y de plataformas, los Estudios de Terreno y el estudio de movimientos de tierra, se ajustará el MDT de detalle y se efectuará una validación final de las obras consideradas mediante una nueva modelación hidráulica en dos dimensiones considerando las tormentas recomendadas por criterios INVIAS. El objeto de esta nueva modelación será el verificar que no se produzcan inundaciones, ni fenómenos masivos de transportes de sedimentos, en el parque ni en su entorno que pudieren agregar un riesgo incremental positivo a las personas o a las obras de infraestructuras públicas y privadas existentes en forma previa a la instalación de la planta y sus obras.

Drenaje ZODME

Se implementarán cunetas en el perímetro y corona de la zona de intervención con el fin de captar y conducir el agua de escorrentía superficial. Estas aguas serán

conducidas a canales adecuadamente hasta los cuerpos de agua cercanos sin producir erosión en el terreno.

Ante un eventual ascenso del nivel freático que puede generar el aumento de presión hidrostática en la base del relleno, se construirán filtros para drenaje subsuperficial previo a la conformación del ZODME. Las obras de manejo hidráulico en el área del ZODME se describen detalladamente en el Anexo 3.2. Diseños ZODME.

Obras en sitios de ocupación de cauce

Del análisis de la hidrografía del área y su traslapo con la implantación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III se identificaron un total de 10 ocupaciones de cauce la cuales se describen en la Tabla 3-92 y se detalla su diseño en el Capítulo 7 Demanda, Uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos Naturales, Numeral 7.3.6. y en el Anexo 7 Demanda de Recursos. - 7.1 Ocupaciones de cauce.

Tabla 3-92 Ocupación De Cauce en el área del Parque solar

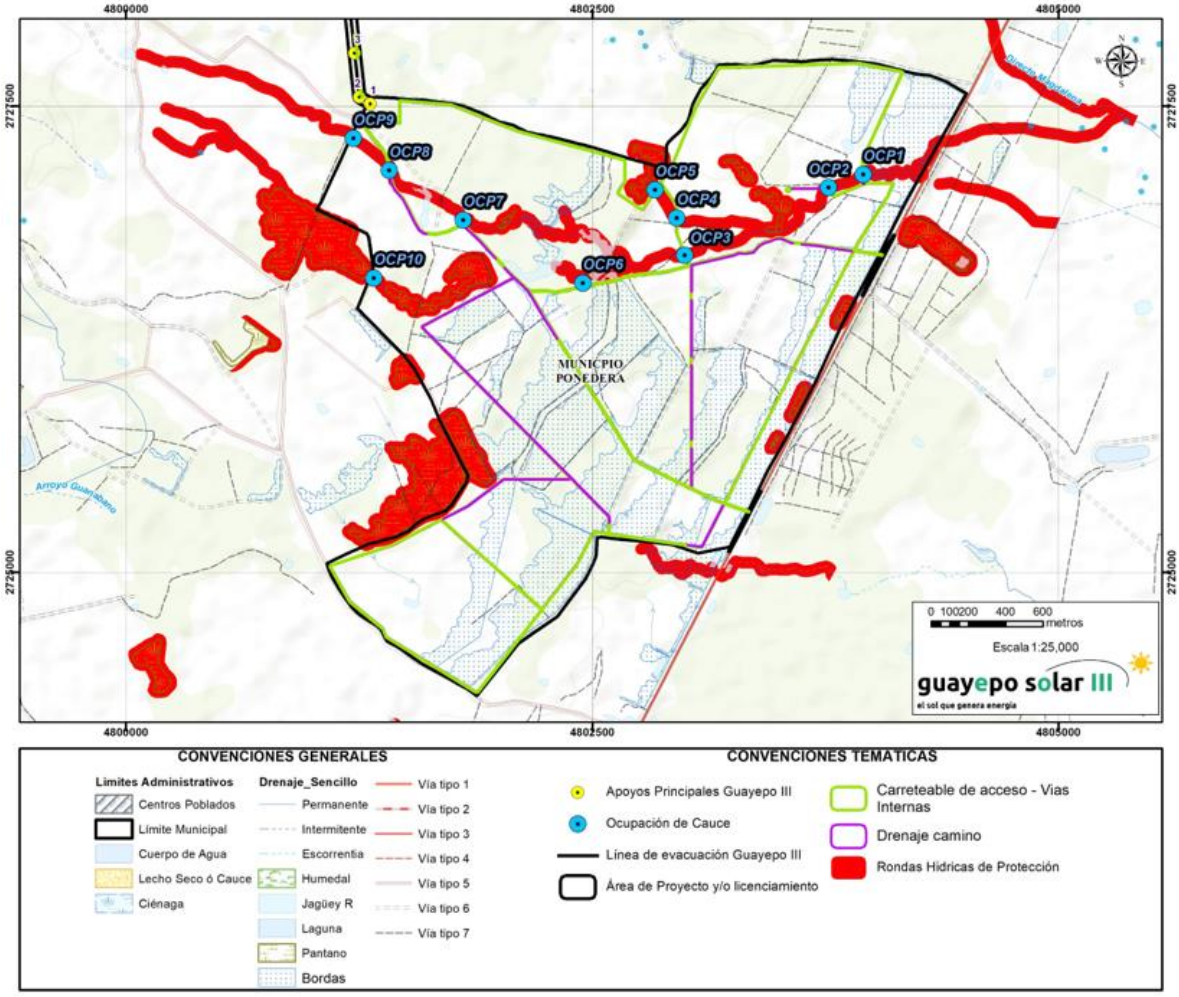
ID	TIPO OCUPACIÓN	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		OBRA PROPUESTA	CUENCA
		ESTE	NORTE		
OCP1	Cerramiento + vial+Zanja+Cuneta	4803954,22	2727133,60	Alcantarilla Diámetro 200cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP2	Vial + Cuneta	4803768,70	2727063,44	Alcantarilla Diámetro 200cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP3	Zanja + vial + Cuneta	4802996,64	2726699,67	Alcantarilla Diámetro 90cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP4	Zanja + vial + Cuneta	4802952,79	2726900,20	Alcantarilla Diámetro 200cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP5	Cerramiento + vial + zanja+ Cuneta	4802837,91	2727051,02	Alcantarilla Diámetro 150cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP6	Vial, cuneta y zanja paralela al cauce. Ocupación de la ronda de protección de 30 metros de arroyo[7]	4802449,33	2726551,06	Protección con Trinchos	Drenaje Parque NN 2
OCP7	Vial, cuneta y zanja paralela al cauce. Ocupación de la ronda de protección de 30 metros de arroyo	4801808,24	2726889,65	Protección con Trinchos	Drenaje Parque NN 2
OCP8	Zanja + vial+ Cuneta	4801411,83	2727155,58	Alcantarilla Diámetro 90cm + protección de taludes con enrocado	Drenaje Parque NN 2
OCP9	Cerramiento	4801218,90	2727326,83	Cerca Alambrada metálica	Drenaje Parque NN 2
OCP10	Cerramiento	4801328,34	2726577,96	Cerca Alambrada metálica	Drenaje Parque NN 2

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

En la Figura 3.99 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, Plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0063-UOCA Planchas 1 y 2 se muestra la ubicación de los sitios de ocupación.

[7] *Se refiere a la ocupación de cauce que solo interviene la ronda de protección sin ingresar al cauce.*

Figura 3.99 Ocupación De Cauce En Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

3.2.4.8.4.3 Obras de Drenaje asociadas a la Línea de Evacuación

Para la línea de evacuación los cruces de cauces se realizarán por medio de torres elevadas las cuales se ubicarán respetando las rondas de protección establecidas para los cuerpos de agua superficial (30m), por lo cual ninguna estructura afectará u ocupará los cauces ubicados en la zona de implantación.

Dado que se utilizará la servidumbre de la línea y algunas vías existentes como corredores para la movilización de materiales y equipos, se evaluó el área de implantación para detectar los sitios donde la servidumbre cruza drenajes naturales de orden principal, secundario y menor; en los cuales se podría necesitar la

instalación de obras que garanticen el tránsito de la maquinaria y equipos y minimicen la intervención del cauce y la contaminación de las aguas.

Como se describe en el proceso constructivo se dará preferencia a que las actividades constructivas se desarrollen en época estiaje o lluvias bajas para minimizar la afectación sobre las condiciones hídricas de la zona, por ejemplo, en determinado sector del corredor, si se construye en periodo seco, es posible que pueda circularse sin que sea necesario implementar alcantarillas o puentes provisionales y que el cauce pueda "vadearse" con la instalación de enrocados provisionales de protección.

Del análisis de la servidumbre se requerirá la ocupación temporal de algunos drenajes o arroyos, durante la adecuación de accesos y actividades de construcción. En la Tabla 3-93 se muestra la ubicación y características de la infraestructura requerida y se detalla su diseño en el Capítulo 7 Demanda, Uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos Naturales.

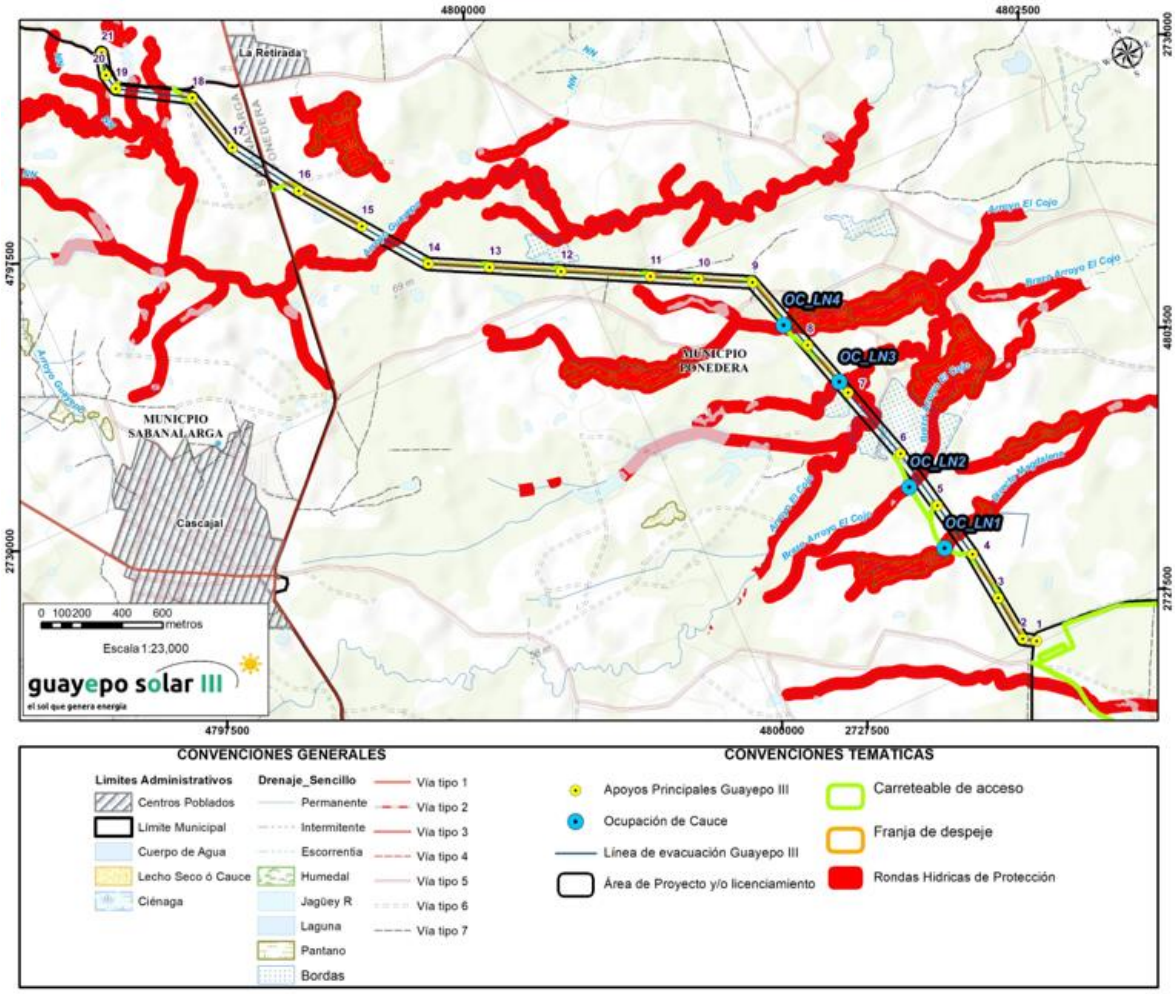
Tabla 3-93 Ocupación De Cauce En La Servidumbre De La Línea De Evacuación

No.	SITIO DE CRUCE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		OBRA PROPUESTA	CUENCA
		ESTE	NORTE		
OC_LN1	K0+689 de la servidumbre.	4801087,44	2728117,24	Alcantarilla Diámetro 90cm	Drenaje Línea NN 2
OC_LN2	K0+958 de la servidumbre.	4801052,98	2728466,47	Alcantarilla Diámetro 90cm	Drenaje Línea NN 1
OC_LN3	K1+635 de la servidumbre.	4800953,62	2729083,52	Box Culvert 350x350	Afluente Arroyo El Cojo 2
OC_LN4	K2+007 de la servidumbre.	4800818,32	2729453.97	Alcantarilla Diámetro 150cm	Afluente Arroyo El Cojo 1

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

En la Figura 3.100 y MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0063-UOCA Plancha 2 se muestra la ubicación de los sitios de ocupación.

Figura 3.100 Ocupación De Cauce En La Servidumbre De La Línea De Evacuación



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2022.

Para el manejo de las aguas lluvias en zonas de excavación o de trabajos constructivos no se contempla la ejecución de obras de drenaje dada las proporciones reducidas de las áreas a intervenir.

3.2.4.8.4.4 Descripción Obras de Drenaje

A continuación, se describen las tipologías de estructuras u obras de drenaje propuestas para los cruces de cauces requeridos en el Proyecto del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de Evacuación.

Alcantarillas

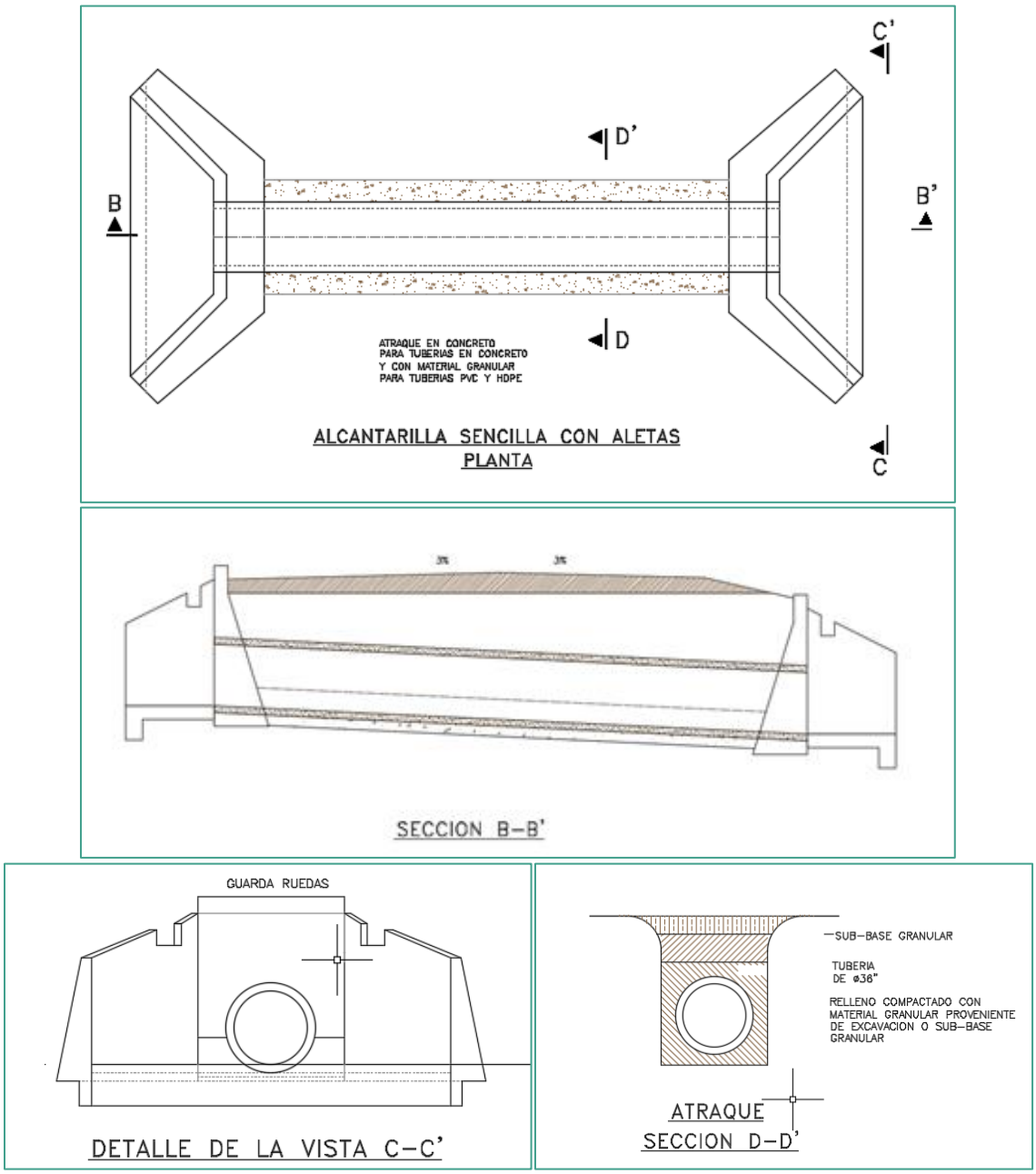
De acuerdo con la descripción del Manual de Drenajes para Carreteras del Instituto Nacional de Vías, una alcantarilla es un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía de un costado a otro. Incluye, por lo tanto, conductos con cualquier sección geométrica: circulares y alcantarillas de cajón principalmente.

El diseño de la alcantarilla consiste en determinar el diámetro más económico que permita pasar el caudal de diseño sin exceder la carga máxima a la entrada atendiendo también criterios de arrastre de sedimentos y de facilidad de mantenimiento.

Pueden construirse con tubería de concreto o metálica, las estructuras de concreto son por lo general de carácter permanente mientras las alcantarillas con tubería metálicas son una buena opción para obras temporales dada su facilidad para el retiro y baja producción de residuos al momento de demolerla.

En la Figura 3.101 se muestra el detalle de una alcantarilla sencilla con aletas en concreto.

Figura 3.101 Alcantarilla Sencilla Con Aletas

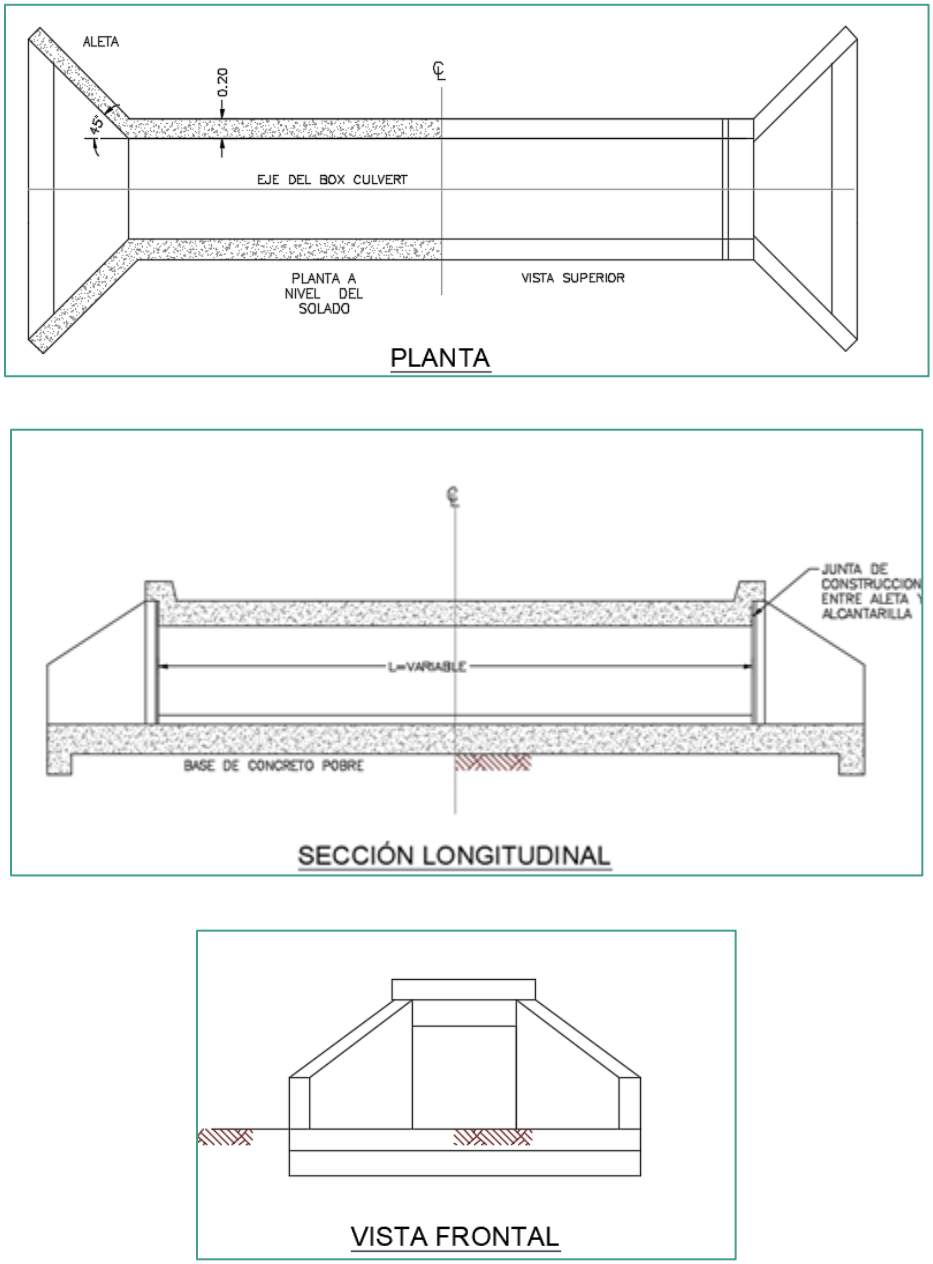


Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Box Culvert

Son estructura en concreto para habilitar el paso de corrientes secundarias que por el volumen de agua que transportan superan la capacidad de las alcantarillas. En la Figura 3.102 se observa la geometría típica de un Box culvert sencillo.

Figura 3.102 Box Culvert



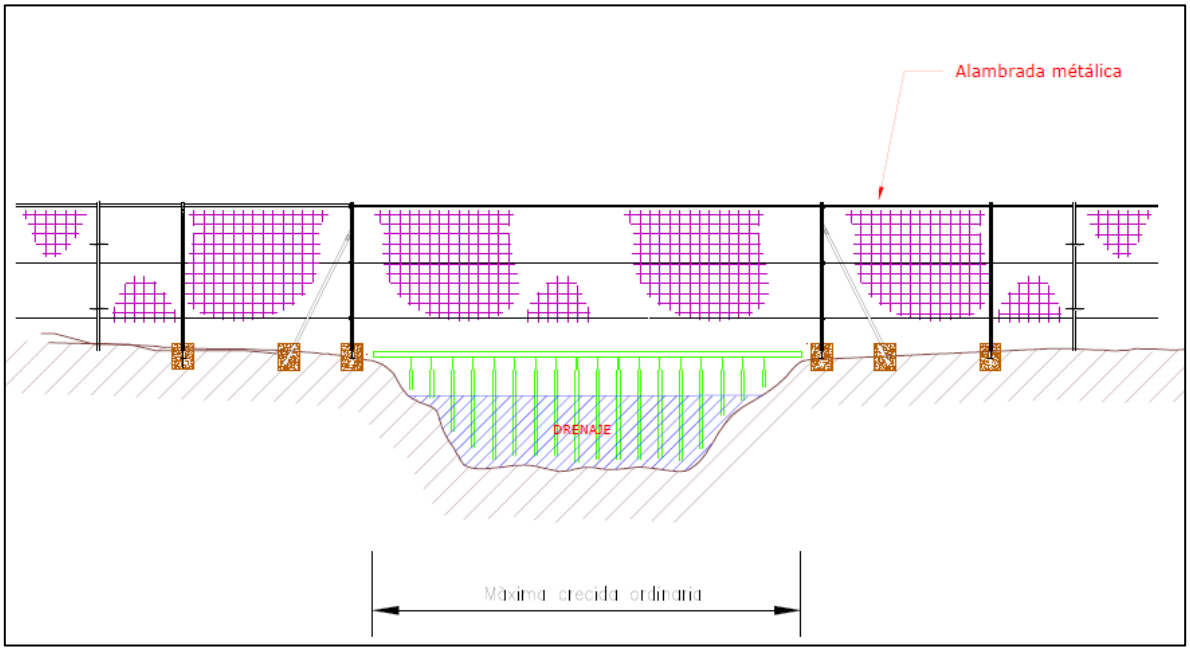
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.4.5 Ocupaciones de cauce por cerramiento

Para dar continuidad al cerramiento del Parque Solar en el cruce de corrientes de agua se utilizará la configuración de la Figura 3.103, la cual consta de perfiles

circulares en posición vertical suspendidos de un perfil horizontal que abarca el ancho de la crecida del cauce. La distancia entre perfiles puede variar de 0,25 a 0,30m. Esta configuración permite el paso del agua sin obstáculos rígidos en el lecho del cauce.

Figura 3.103 Detalle – ocupación de cauce por cerramiento.



Fuente: Ingenostrum 2021

3.2.4.8.4.6 Ocupaciones de cauce en la ronda de protección

Hace referencia a aquellas ocupaciones de cauce generadas por la intervención de la ronda de protección de 30 metros del cuerpo de agua, pero que no afectan directamente el cauce, es el caso de los viales interno que pasan paralelos al arroyo, en estas situaciones se propone la elaboración de trinchos que impidan la caída de material de los caminos a los cuerpos de agua. Los sitios que presentan esta condición corresponden a las ocupaciones número 6 y 7 del Parque Solar.

En la Figura 3.104 se muestran las estructuras típicas de un trincho y en la Figura 3.99 las ubicaciones.

3.2.4.8.4.7 Proceso Constructivo

El proceso constructivo de las obras de drenaje comprende las siguientes actividades:

a) Señalización y demarcación del área de trabajo
b) Replanteo topográfico y demarcación
c) Adecuación y funcionamiento de sitios de uso temporal.
d) Movilización y acopio de los recursos para la construcción.
e) Remoción cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.
f) Excavaciones y entibados: Comprende la realización de toda clase de excavaciones necesarias para la ejecución de la obra, de acuerdo con las líneas, niveles y profundidades indicadas en los planos de detalle o que se hacen necesarias durante el proceso constructivo. El proceso de entibado se hace necesario en excavaciones donde las características del suelo son deficientes y por ende propensas a derrumbes o colapso de los taludes de corte. El entibado proporciona condiciones seguras al personal.

   El material procedente de la excavación que sea apto para el relleno de la misma se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención de los mismos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la reimplantación y extendido de la cobertura vegetal de la excavación. Los rellenos y en general todos los residuos no factibles de ser utilizados, serán retirados del área de la obra para ser depositados en la ZODME del proyecto.
g) Instalación de tuberías: Se refiere a la instalación de los tubos de concreto o concreto reforzado para las alcantarillas en los diámetros y especificaciones definidos en la ingeniería de detalle dentro de las zanjas o excavaciones.
h) Concretos: Esta actividad consiste en la construcción de las obras en concreto simple, ciclópeo o reforzado que forman parte de estructuras de: box culvert, alcantarillas, cunetas revestidas, estructuras de disipación de energía y demás estructuras de drenaje requeridas en la ingeniería de detalle.

Comprende el suministro de materiales, preparación y diseño de mezclas; suministro, colocación y remoción de formaletas; transporte, colocación, fraguado, acabado, curado, reparaciones, herramientas, ensayos de resistencia de las mezclas usadas y en general todas las operaciones para ejecutar las obras de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Todos los trabajos relacionados con concreto se deben regir primordialmente por las estipulaciones aplicables de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-2010.

i) Rellenos estructurales: Se refiere al suministro, transporte, colocación, eventual humedecimiento o secamiento, mezclado, conformación y compactación de los rellenos en el contorno o a lo largo de estructuras de concreto, tuberías, cunetas, ductos, filtros, lechos filtrantes, zanjas, donde lo indiquen los planos. Estos rellenos se deben hacer con materiales seleccionados provenientes de la misma excavación (cuando sean aptos) o de otras fuentes, de acuerdo con las especificaciones del diseño.

3.2.4.8.4.8 Volúmenes estimados movimiento de tierra

En respuesta al requerimiento 2, literal c) el cuál cita " ***c) Verificar y ajustar las áreas de intervención y movimientos de tierra de acuerdo con la inclusión de las obras de drenaje de desagüe y las "áreas control red de drenaje del parque".*** Se estima en la Tabla 3-94 el área y volumen de movimiento de tierra asociado a la conformación del sistema de drenaje del Parque Solar. Las áreas de control de drenaje no se han considerado en el cálculo de los movimientos de tierras ya que, tras el analisis de los resultados del diseño preliminar de drenaje (Ver numeral 3.2.4.8.4.2) se ha considerado que no es necesaria su construcción.

Tabla 3-94 Cantidades Sistema de drenaje

INFRAESTRUCTURA	LONGITUD (m)	ÁREA (m^2)	VOLUMEN EXCAVACIÓN (m^3)
Cunetas trapezoidales	15.804	31.608	8.922

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.5 Infraestructura de geotecnia

3.2.4.8.5.1 Infraestructura de geotecnia Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III

Dada la topografía plana del área donde se implantará el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III no se prevé la construcción de obras de contención o protección. Como medida para prevenir la erosión se conservará y promoverá la vegetalización mediante suministro, manejo y siembra de material vegetal vivo, con el fin de cubrir el terreno que, por diferentes causas, ha sido despojado de la cobertura vegetal.

3.2.4.8.5.2 Infraestructura de geotecnia Línea de Evacuación

Para el corredor de la Línea que comprende zonas de poca pendiente, sumado a que las intervenciones en los sitios de torre son puntuales y en áreas reducidas, no se contempla la implementación de estructuras de contención permanentes.

Para el manejo de los taludes en las excavaciones de cimentación de las torres, con profundidades entre 3,0 y 4,0m, se utilizarán apuntalamientos o tablestacados en el caso que las características del suelo lo requieran.

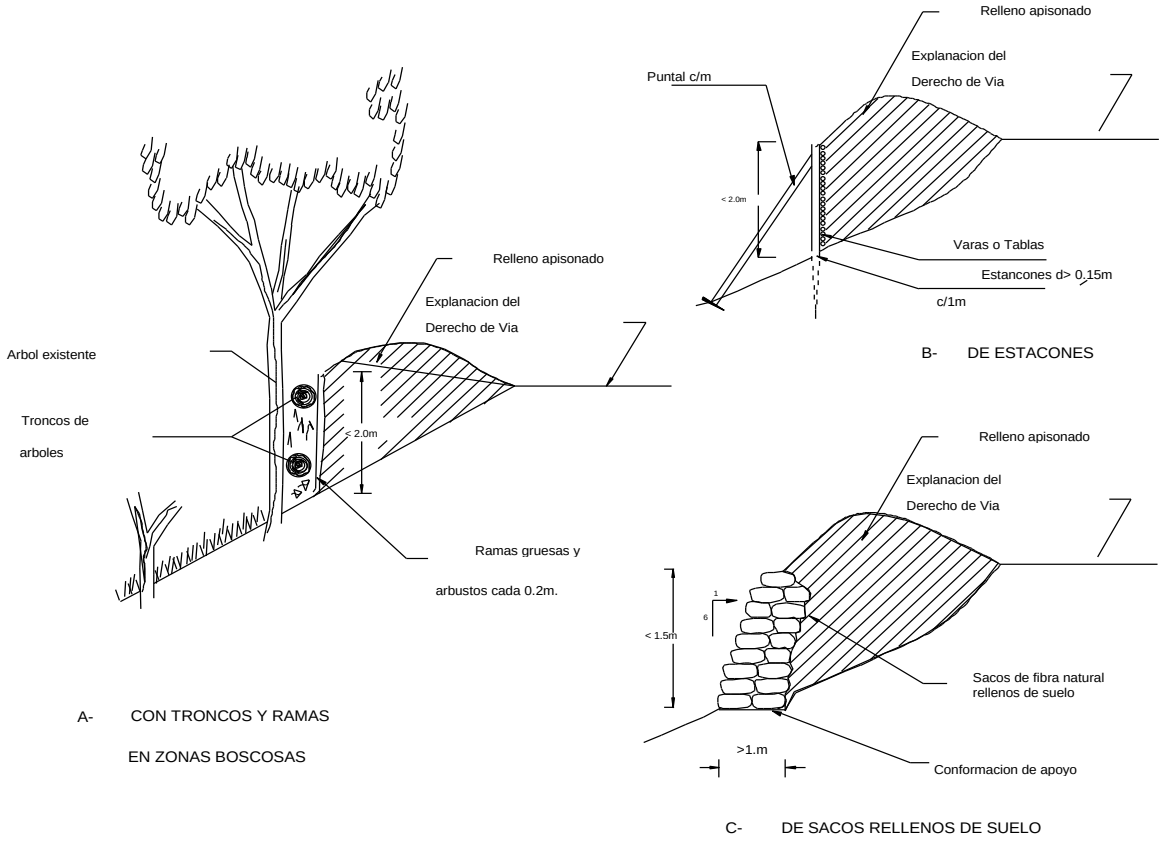
Para los sitios donde se requiera corte durante la adecuación del corredor de movilización, dentro de la servidumbre, se usarán trinchos laterales que permitirán contener los sobrantes de excavación provenientes de dicha actividad, evitando de esta forma el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua.

Los trinchos son estructuras paralelas al derecho de vía, construidas con elementos sencillos, empleando preferiblemente los materiales provenientes del aprovechamiento forestal que estrictamente como mínimo haya sido necesario

utilizar. Estas estructuras se instalan previamente a la construcción del derecho de vía. En la Figura 3.104 se muestras los tipos de trinchos más comunes.

Al finalizar las actividades de construcción prevenir la erosión se promoverá la vegetalización mediante suministro, manejo y siembra de material vegetal vivo o propagación de semillas, con el fin de cubrir el terreno que, por diferentes causas, ha sido despojado de la cobertura vegetal.

Figura 3.104 Tipos De Trinchos



Fuente: Normas NIO – Ecopetrol

3.2.4.8.6 Infraestructura de suministro de energía

El mayor requerimiento de energía corresponde a la fase constructiva, para el funcionamiento de herramientas y equipos usados para la movilización de materiales, ensamble de estructuras, excavaciones, etc.

Para la fase de operación la energía requerida provendrá de la generación del mismo Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW.

- Energía eléctrica

Para el suministro de energía del campamento y los frentes de trabajo durante la fase constructiva se alquilarán 3 grupos generadores de 100 KW cada uno. La estimación de consumo de combustible es de 16,5l/h a un 75% de carga (Caterpillar DE110E2). El consumo estimado de 1.664 kWh al mes.

Los trabajos se realizarán en horas diurnas por lo tanto durante la noche no se contemplan el uso de luminarias. Para la vigilancia y seguridad de los centros de acopio no se contará con luces permanentes, solo se considera un foco de luz puntual cuando el sistema de seguridad detecte alguna intrusión.

- Combustible

Se considera el consumo de combustible Diésel por concepto de uso de camiones, el abastecimiento se realizará en las estaciones de servicios más cercanas en los municipios de Ponedera y Sabanalarga.

Para el uso de generadores y maquinaria se contempla el almacenamiento de dos (2) metros cúbicos de combustible, el cual será ubicado dentro del área de acopio del campamento de obra. El almacenamiento del combustible se puede dar mediante tambores o canecas de 200 litros o un estanque de acero, para ambos casos se tendrá una zona correctamente señalizada, techada y con su acceso delimitado mediante un cerco metálico, contará con dique de hormigón impermeabilizado, capaz de contener los derrames accidentales, dando

cumplimiento a la normatividad. La ubicación de la infraestructura de almacenamiento se encuentra en la descripción de Instalaciones de uso temporal.

3.2.4.8.7 Infraestructura de suministro de agua

El proyecto no tiene contemplado la captación subterránea o superficial para recurso hídrico. El aprovisionamiento de agua durante cada una de las fases se realizará por medio de compra a terceros autorizados, los cuales suministrarán el agua y la transportarán por medio de carrotanques.

Se tienen proveedores ubicados en Barranquilla que prestan Servicio de transporte y suministro de agua potable en carrotanques con motobomba, para industrias, obras civiles, riegos en vías y construcciones. En la Tabla 3-95 se muestran algunos proveedores.

Tabla 3-95 Empresas De Suministro De Agua En Carrotanque

NOMBRE	NIT	MUNICIPIO	DIRECCIÓN	TELÉFONOS
			Oficina	
Transkasan	901160563-9	Galapa	Calle 5 #27a-28	3213090863 // 3213498410
James Galvis	72335450-1	Barranquilla	Cra 13D #44-75	310 740 4523

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.8 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Dentro del área de implantación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su Línea de evacuación el principal uso del suelo obedece a pastizales para ganadería. No se identificaron áreas recreativas, educativas o dotacionales.

La infraestructura y servicios interceptados corresponden a vías terciarias, redes de eléctricas y gasoductos. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS. Se identifican las estructuras interceptadas y aledañas al proyecto. A continuación, se describen las intersecciones con la infraestructura existente.

3.2.4.8.8.1 Sistema Vial Sabanalarga y Ponedera

Para el diseño e implantación del parque se consideró respetar todas las restricciones ambientales e infraestructura existente, se han respetado por tanto las características geométricas y funcionales originales de los carreteables. En el numeral 3.2.1.1 Infraestructura vial y de transporte. Se presentan las vías ubicadas en el área de implantación del proyecto.

Para el caso de la línea de evacuación los cruces de conductores sobre las vías existentes se realizarán por el aire conservando las distancias mínimas recomendadas por el RETIE, de esta forma ninguna estructura interfiere con el tránsito del corredor. En la Tabla 3-96 se resumen las coordenadas de los puntos de cruce de la línea de evacuación con las vías existentes, vías descritas ya en el numeral 3.2.4.1.2 Vías existentes propuestas como acceso al Proyecto

.

En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0068- CRVE_CRUZAMIENTOS VIAS se presenta la localización de cada uno de los cruces identificados.

Tabla 3-96 Puntos De Intersección De Vías Existentes Con La Línea De Evacuación Proyectada

VIA	TRAMO LAT (ID ING Tabla 3-33)	COORDENADAS CRUCE	
		ESTE	NORTE
Vía de acceso a predio San Rafael.	SE El Uvero – T01	4801294.689	2727523.196
Vía de acceso a las Fincas Villa Mary y Villa Otti.	T07 – T08	4800788.736	2729630.644
Vía Sabanalarga – Ponedera – Tramo Ponedera – Cascajal.	T15 – T16	4798806.010	2731211.426
Vía La Retirada – Planeta Rico	T19 – T20 Punto de conexión Guayepo 400MW	4798287.961	2732031.137

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.8.2 Cruzamientos de la Línea de evacuación con líneas eléctricas existentes

Con el trazado de la línea de evacuación entre la SE El Uvero y el Apoyo No.4 de la línea evacuación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo 400MW se presentan

varios cruzamientos con líneas eléctricas de media tensión existentes, dichos cruces se realizarán respetando las distancias en altura que recomienda el RETIE. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0067-CRLE Plancha 1 a 2 se presenta la localización de cada uno de los cruces identificados en planta y perfil.

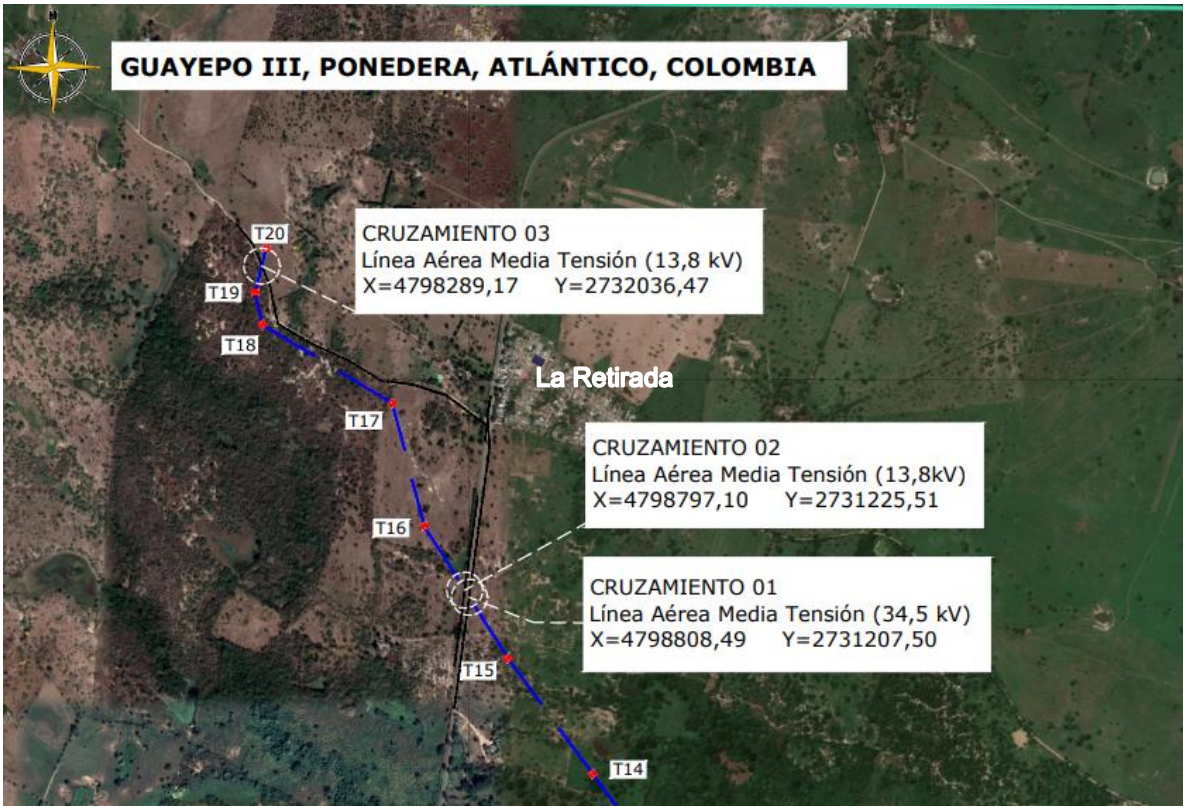
En Tabla 3-97 se relacionan y describen los cruzamientos identificados.

Tabla 3-97 Cruzamientos Con Líneas Eléctricas Existentes

NO. CRUZAMIENTO	TIPO DE LÍNEA INTERSECADA	TRAMO DE UBICACIÓN[8]	LONGITUD VANO (M)	COORDENADAS MAGNA SIRGAS – ORIGEN NACIONAL	
				NORTE	ESTE
1	Línea MT 34,5 Kv	T15 – T16	391,84	4798808,49	2731207,50
2	Línea MT 13,8 Kv	T15 – T16	391,84	4798797,10	2731225,51
3	Línea MT 13,8 Kv	T19 – T20	113,25	4798289,17	2732036,47

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Figura 3.105 Localización cruces LAT Guayepo III con líneas MT existentes



[8] *ID ING Tabla 3-32*

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.8.3Líneas eléctricas al interior del Parque Solar

En el Parque Solar se presenta la superposición con líneas eléctricas existentes de Alta y de Media Tensión descritas en los numerales 3.2.1.2.3 Líneas de distribución eléctrica y 3.2.1.3 Infraestructura del Sistema Interconectado Nacional.

Para el caso de las líneas de Alta Tensión se dejará libre de implantación el área correspondiente a la servidumbre de la infraestructura existente, teniendo como guía las recomendaciones del RETIE. En la Tabla 3-98 se indican las distancias de servidumbre a respetar para cada nivel de tensión.

Tabla 3-98 Ancho de la zona de servidumbre

TIPO DE ESTRUCTURA	TENSIÓN (kV)	ANCHO MÍNIMO (m)
TORRES	500	60
TORRES	220/230 (2 ctos)	32
	220/230 (1 cto)	30
POSTES	220/230 (2 ctos)	30
	220/230 (1 cto)	28
TORRES	110/115 (2 ctos)	20
	110/115 (1 cto)	20
POSTES	110/115 (2 ctos)	15
	110/115 (1 cto)	15
Torres/postes	57,5/66	15

Tabla 38. Ancho de la zona de servidumbre.



Fuente: RETIE

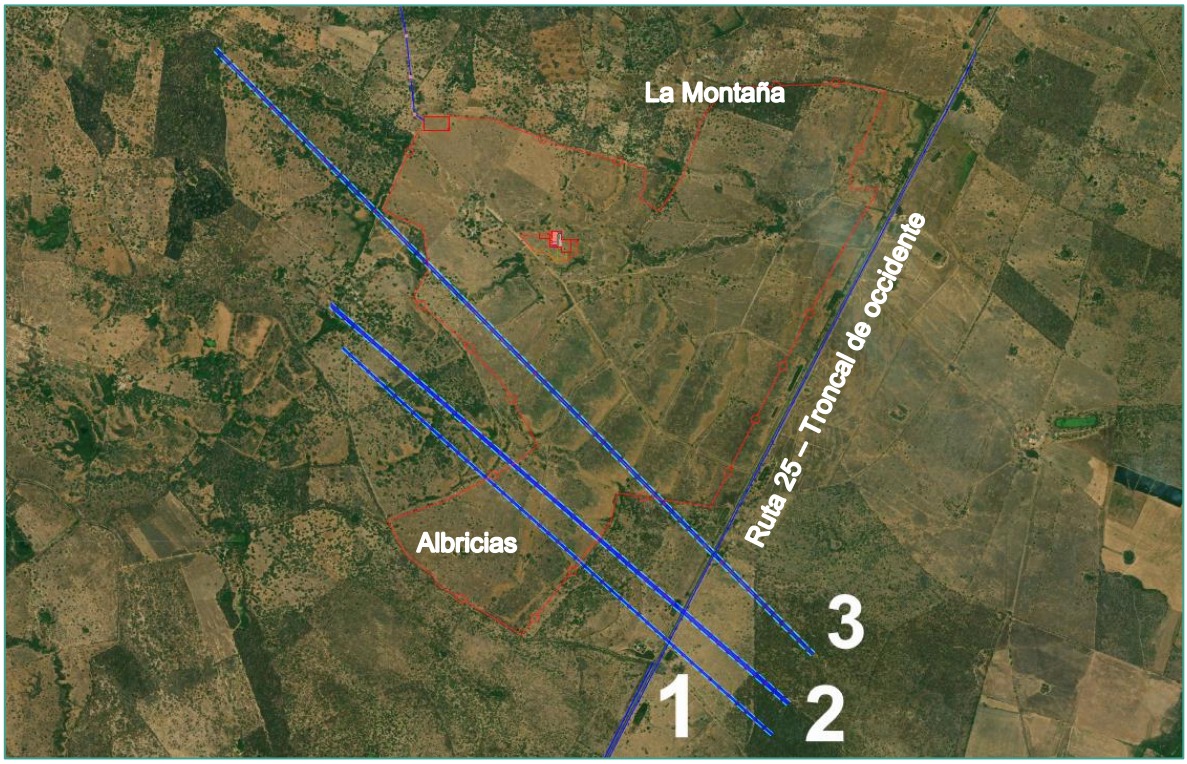
En Tabla 3-99 se relacionan y describen los cruzamientos identificados y la Figura 3.106 muestra la servidumbre respetada.

Tabla 3-99 Cruzamiento líneas eléctricas interior del parque

NO. CRUZAMIENTO	TIPO DE LÍNEA INTERSECADA	DENOMINACIÓN LINEA	SERVIDUMBRE
1	Alta Tensión a 110 Kv	Sabanalarga – Salamina 110kv	20 m
2	Alta Tensión a 220 Kv	Fundación – Sabanalarga 220 Kv 1	32 m
3	Alta Tensión a 220 Kv	Fundación – Sabanalarga 220 Kv 2	32 m

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Figura 3.106 Zona de servidumbre

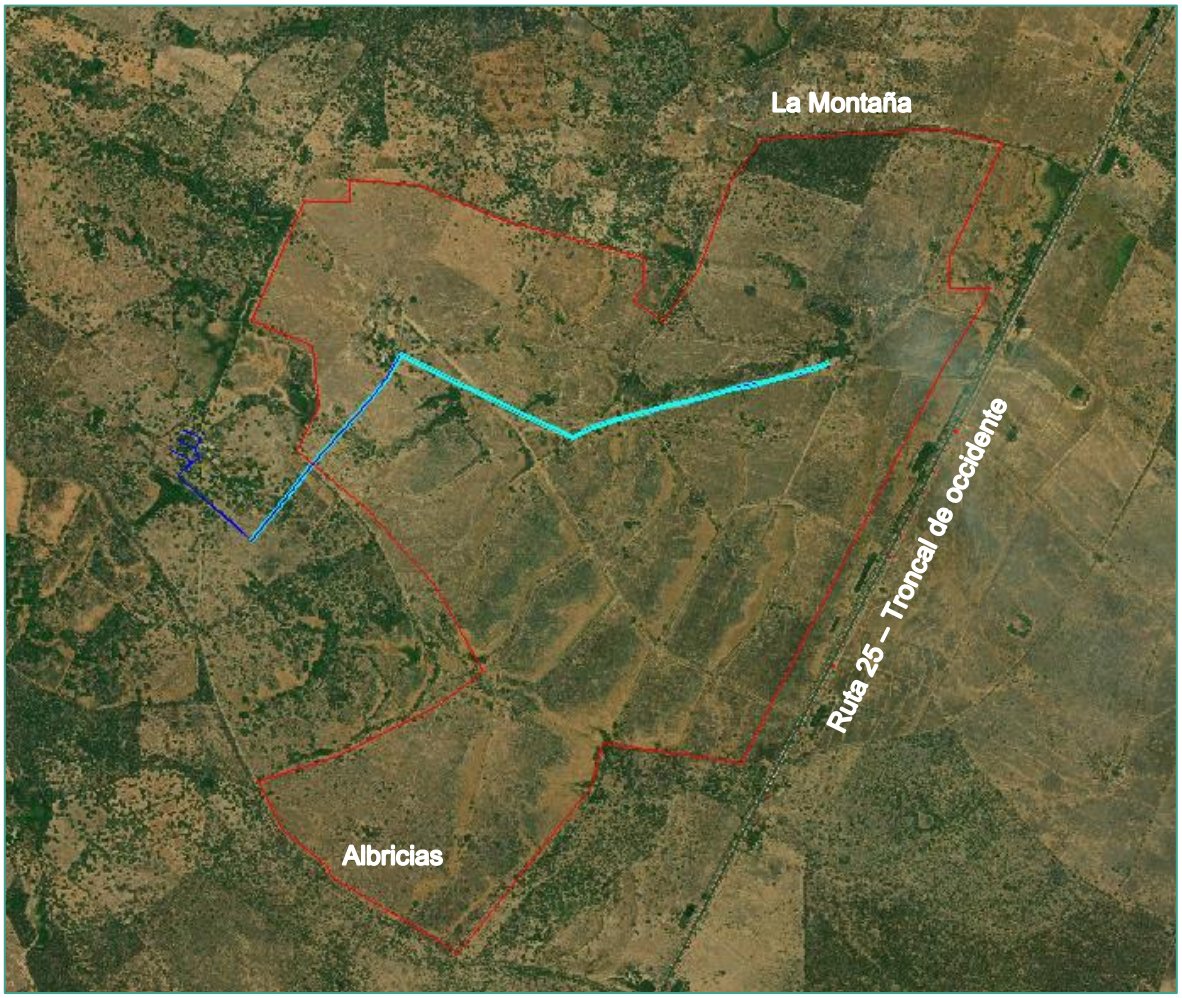


Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Las líneas de Media Tensión al interior del parque solar identificadas en el numeral 3.2.1.2.3 y representadas en la Figura 3.107 corresponden a la red de media tensión de propiedad privada que suministra el servicio a los predios donde se implantará el Parque Solar, dichas líneas no poseen una licencia, ni servidumbre asociada. Una vez iniciada la fase constructiva será suspendido el suministro de energía, y retirados tanto el cableado como los postes que se encuentran al interior del predio, previa coordinación con el propietario del predio y con Air-e S.A.S E.S.P de acuerdo

con lo descrito en el Capítulo 10 – numeral 10.1.1.4 Programa de manejo de intervención y remoción de infraestructura existente interceptada por el proyecto. En el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente se observa la información de la red de distribución de energía al interior del Parque Solar.

Figura 3.107 Líneas de Media Tensión ubicadas en el interior del parque



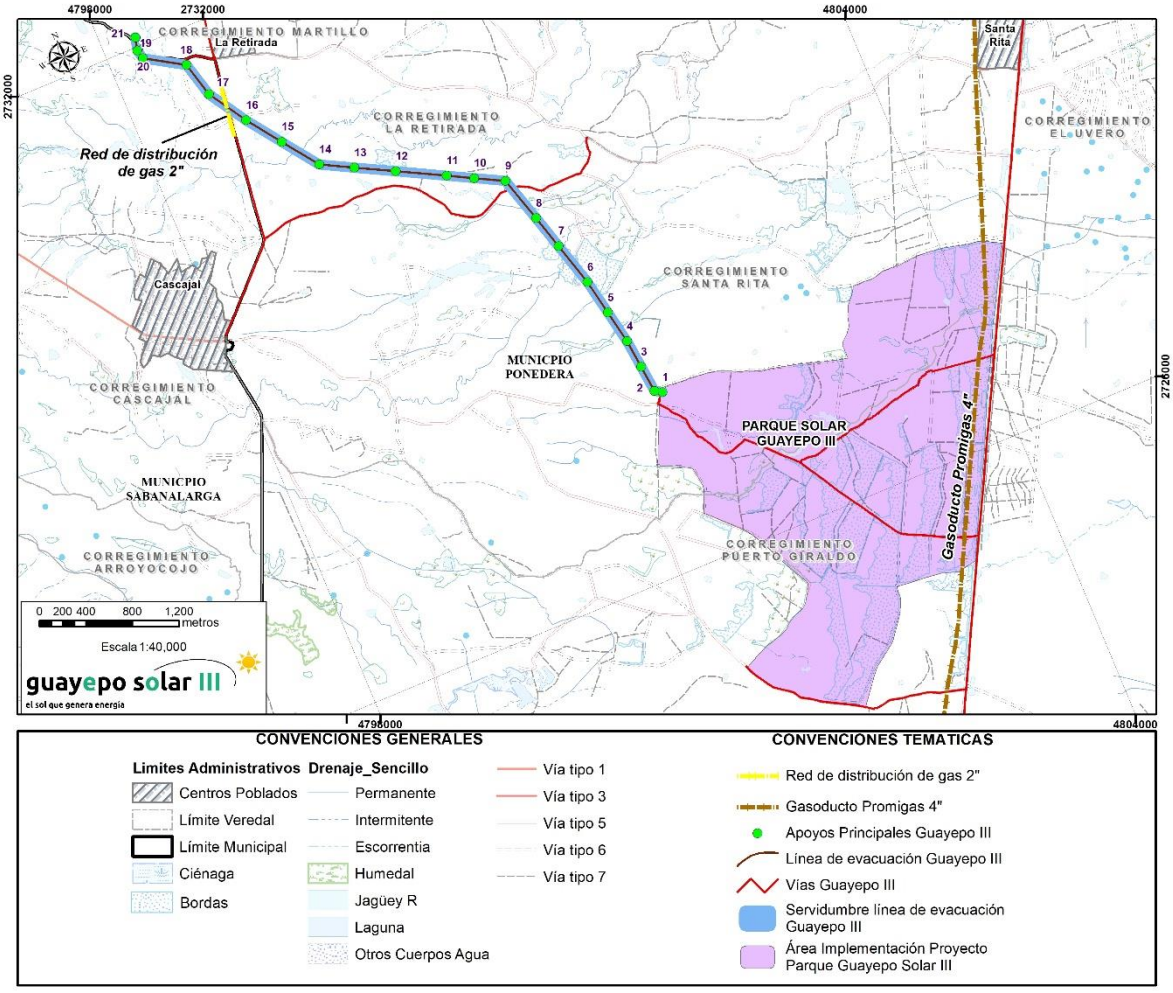
Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.4.8.8.4 Gasoductos

Gasoducto Santa Rita - Suan

Se identificó dentro del área del Parque, la existencia de un gasoducto de 4 pulgadas de diámetro identificado como Santa Rita – Suan, propiedad de Promigas. En la Figura 3.108 y en el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente se observa la ubicación del gasoducto.

Figura 3.108 Localización Gasoductos Promigas



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Para el diseño e implantación del Parque Solar se considera como restricción el área de servidumbre del gasoducto la cual tiene un ancho de 25 metros con centro

en el eje del trazado, por lo tanto, en esta área no se instalará infraestructura eléctrica. Para el cruce de los caminos internos se deberán seguir las indicaciones de la ficha de manejo GIII-PMA-AB-08 Manejo de intervenciones en cruces con infraestructura existente descrita en el Capítulo 10 Planes y programas.

Fotografía 3.64 Gasoducto Santa Rita – Suan



Gasoducto Santa Rita – Suan
Santa Rita – Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4803947 – N 2726756

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Red de distribución de gas

Paralelo a la vía que comunica los corregimientos de La Retirada y Cascajal se identificó la existencia de una red de distribución de gas con diámetro 2 pulgadas, propiedad de Promigas, esta cruza el trazado de la línea proyectada entre los apoyos T16 y T17. La tubería de gas se encuentra dentro del derecho de vía de la carretera secundaria Sabanalarga – Ponedera. La ubicación de los apoyos de la línea de evacuación ha tenido en cuenta las distancias mínimas recomendadas por la Norma técnica Colombiana NTC 3728 Gasoductos.

En la Figura 3.107, Fotografía 3.40 y el Anexo 3.1 Diseños Parque y línea, plano MP-MAM-EIAGUAYEPO3-1535-0044-IERS_Infraestructura existente - Planchas 1 a 3 se observa la ubicación de la red de distribución de gas existente.

Fotografía 3.65 Red de distribución de gas



Red de distribución de Gas La Retirada - Cascajal
Ponedera – Atlántico
Georreferencia: (Magna Colombia Nacional):
E 4798785,72 – N 2731155,03

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

En el Capítulo 6 Zonificación ambiental numeral 6.7 Áreas de restricción especial o legal se describen las restricciones para la implantación del proyecto que están asociadas a la infraestructura existente.

3.2.5 INSUMOS DEL PROYECTO

En este numeral se incluye la descripción de los principales insumos requeridos para la ejecución y operación de proyecto, tales como materiales construcción (Agregados pétreos, concreto, agua), necesidades de energía eléctrica, combustible, maquinaria y mano de obra. Se incluye la estimación de cantidades de estos insumos.

Por último, se presenta el balance de masa de los volúmenes de excavación y de relleno, identificando el volumen de material a reutilizar y los sobrantes.

3.2.5.1 Materiales de construcción

Agregados Pétreos

Se requerirán para adecuación y construcción de corredores viales, así como en la nivelación de los terrenos del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW. En la

Tabla 3-100 se resumen los volúmenes de material pétreos estimados para el proyecto.

Tabla 3-100 Volumen De Agregados Para Adecuación Y Construcción

TABLA RESUMEN MATERIALES PETREOS	
DESCRIPCIÓN	**VOLUMEN (m^3)**
Adecuación Accesos + Servidumbre	10.465
Corredores Internos Parque + Carriles cambio de velocidad	33.827
Zanjas	13.917
Otras estructuras (CT, SE)	906
Total	**59.247**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

Concreto:

El concreto es necesario para la fabricación de la cimentación de las torres, de los inversores, del edificio O&M y de las estructuras de las subestaciones, estas cimentaciones serán en concreto reforzado con las siguientes características:

- Concretos:
  - Concreto de limpieza: resistencia a la compresión fc = 140kg/cm2.
  - Concreto estructural: resistencia a la compresión fc = 210 kg/cm2.

- Aceros: - Varillas de refuerzo: esfuerzo de fluencia, fy = 4.200 kg/cm2. Conforme a la norma NTC 2289. El refuerzo consiste en varillas de acero corrugadas, o lisas, que cumplen con las normas NTC. Las cantidades de acero se miden en kilogramos y dependerá del diseño estructural.

En la Tabla 3-101 se resumen los volúmenes de concreto estimados para el proyecto.

Tabla 3-101 Volumen De Concreto Para Cimentación De Estructuras

CIMENTACION		AREA (m^2)	CANTIDAD	CONCRETO (m^3)
Plataforma Skid Inversor		37,3	32	239
Torres	Suspensión		9	142
	Angulo		10	649
Instalaciones Operación y Mantenimiento – O&M	Edificio O&M	338,9	1	68
	Bodegas O&M	420	2	168
Estructuras Subestación Elevadora El Uvero	Zona De Control Y Oficinas	1.702	1	134
	Patio De Estructuras	8.405	1	216
	Caminos	1.530	1	306
TOTAL				**1922**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

El concreto será adquirido a concreteras certificadas y que cuenten con las debidas autorizaciones, por tanto, no se requerirá el montaje de plantas de procesos.

Agua

El mayor consumo de agua se presentará durante la fase constructiva, se requerirá para la humectación de caminos, con la finalidad de minimizar la generación de partículas de material; para la construcción de las cimentaciones de torres, estructuras del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III y Subestaciones, también para consumo humano.

El agua para construcción se adquirirá en carrotanques por medio de proveedores o empresas contratistas que cuenten con los permisos necesarios para realizar esta actividad. En los frentes de trabajo, se proveerá de agua envasada para consumo humano.

En la Tabla 3-102 se presenta el volumen estimado de agua que será requerido para las diferentes fases del proyecto.

Tabla 3-102 Estimación consumo de agua

FASE	USO	CANTIDAD	DOTACIÓN	m^3/Día	m^3/Mes	VOLUMEN TOTAL (m^3)
Constructiva	Consumo humano en Campamento y frentes de trabajo	310 personas	140L/Hab*Día	44,24	1.327	-
	Riego en vías para control de partículas en suspensión	106.951m^2	1,0L/m^2	106,957	-	-
	Riego para rellenos	178.891m^3	30L/m^3	-	-	5.366,73
Operativa	Consumo humano O&M	22 personas	140L/Hab*Día	3,08	92,40	-
	Riego en vías para control de partículas en suspensión	95.480m^2	1,0L/m^2	95,48	-	-
	Limpieza de Paneles		2250L/MW		202,5	

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021

En la Tabla 3-103 se muestran algunos proveedores.

Tabla 3-103 Empresas De Suministro De Agua En Carrotanque

NOMBRE	NIT	MUNICIPIO	DIRECCIÓN	TELÉFONOS
Transkasan	901160563-9	Galapa	Calle 5 #27ª-28	321 3090863 – 321 3498410
James Galvis	72335450-1	Barranquilla	Carrera 13D #44-75	310 7404523

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.5.2 Otros Insumos

Electricidad:

Durante la fase de construcción la electricidad para el funcionamiento del campamento y frentes de trabajo será obtenida a partir de grupos electrógenos o generadores similares. Estos contarán con todas las medidas de seguridad eléctrica y captación de derrames de combustible. Se prevé el uso de 3 generadores de 100KW.

Combustible

Para el proceso constructivo se estima que se requerían 3 grupos generadores Diesel de 100 KW cada uno. Cuyo consumo aproximado por generador es de 16,5l/h a un 75% de carga (Caterpillar DE110E2), tanque de 250Lt.

Se prevé contar como mínimo con almacenamiento para garantizar el abastecimiento de combustible por una semana aproximadamente de 2000 Lt para los tres generadores.

Para el almacenamiento del combustible de los 3 grupos generadores, de la maquinaria de los frentes de trabajo y respaldo, se alquilarán tanques de combustible confinados que contará con la respectiva ventilación y contención de derrames equivalente al 110% de contención respecto al volumen almacenado de combustible.

La provisión de combustible para vehículos de carga se realizará en estaciones de servicio autorizadas. Se considerarán todas las medidas de seguridad establecida en la normativa nacional. Se contará con la hoja de seguridad del combustible.

Maquinaria:

En la Tabla 3-104 se presenta la estimación de la maquinaria requerida para la ejecución de las obras del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación.

Tabla 3-104 Maquinaria Requerida En La Fase Constructiva

ACTIVIDAD	MAQUINARIA	CANTIDAD (máxima en obra Unidad/días)	POTENCIA (KW)	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD (en días)	TIEMPO DE OPERACIÓN DURANTE LA FASE (en meses) *
Conformación de vías de acceso	Vibro-Compactador	4	28	90	3
Preparación y movimiento de Tierras	Retroexcavadora de ruedas	6	187	180	6
	Excavadora de Oruga	4	200		6
	Volquetas	10	201		6
Obras Civiles Configuración Del Parque y línea eléctrica	Camión Grúa	3	191	300	11
	Camión Carrotanque	3	201		
	Camión	2	201		
	Hincadora	7	24,4-41		
	Camión Pluma	3	201		
	Volquetas	5	201,07		
	Camión porta contenedor	40	201		
	Camión Mixer	6	402		
Sistema de respaldo	Generador portátil 6 Kva	6	4	360	12
	Generador instalación de Faenas de 10 KVA	1	8		12

* El tiempo de operación de cada máquina depende de la duración de la actividad indicado en el cronograma. Se consideran 8 horas de operación de la maquinaria al día y por cada mes se contempla 26 días de trabajo.

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Requerimiento de personal

Tabla 3-105 Requerimientos De Personal

ETAPA	PERSONAL REQUERIDO	PARQUE FOTOVOLTAICO Y SUBESTACIONES		LINEAS DE CONEXIÓN	
		No PERSONAS	TIEMPO ESTIMADO	No PERSONAS	TIEMPO ESTIMADO
Constructiva	Mano de obra no calificada	300	14 meses	16	7 meses
Operativa	Supervisor general	1	Vida útil	-	-
	Operario de turno	5	Vida útil	-	-
	Operarios de mantenimiento preventivo	4	Vida útil 4 veces/año	1	Vida útil 3 veces/año
	Operarios de mantenimiento correctivo	8	Vida útil a necesidad	1	Vida útil a necesidad
	Equipo de Operación y mantenimiento subestación	2	Vida útil 2 veces/año	-	-
Post Operativa	Mano de obra no calificada	100	7 meses	4	2 meses

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

En la Tabla 3-106 se detalla el personal estimado para la fase de construcción del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW, se supone el trabajo simultaneo de dos frentes de obra, para un total 300 personas máximo en la obra.

Tabla 3-106 Requerimientos De Personal Para Frentes De Trabajo Durante La Fase Constructiva Del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo

ACTIVIDAD	PERSONAL REQUERIDO	No PERSONAS
Adecuación suelo y vías	Operarios maquinaria	23
	Mano de obra no calificada	15
Hincado de soportes	Operarios maquinaria	52
	Mano de obra no calificada	30
Instalación Paneles	Mano de obra técnica	15
Conexionado	Mano de obra técnica	15
TOTAL PERSONAL POR FRENTE		150
TOTAL PERSONAL POR 2FRENTES		300

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.5.3 Balance de masas

El balance de masa presentado a continuación corresponde al análisis de movimiento de tierras elaborado para el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación de 500Kv.

Es apreciable un mayor movimiento de tierras en el área que ocupará el Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, debido a la extensión de sus instalaciones. En la Tabla 3-107 se resumen los volúmenes calculados para aquellas actividades que contribuyen en mayor proporción a la generación de residuos de excavación, identificados en la tabla como material no reutilizable.

Tabla 3-107 Balance De Masas Construcción Parque Solar

DESCRIPCIÓN	DESCAPOTE		EXCAVACION O CORTE (m3)	REQUERIMIENTO MATERIAL PETREO (m3)		ANALISIS MOVIMIENTO DE TIERRA (m3)		
	ESPESOR	m3		AGREGADOS	RELLENO (1)	REUTILIZABLE (2)	BALANCE (1 VS 2)	NO REUTILIZABLE
VIA INTERIOR 3m	0,3	14.445	0	19.260	0	0	0	14.445
VIA INTERIOR 6m	0,3	6.168	0	12.336	0	0	0	6.168
ZANJA BAJA TENSIÓN	0	0	117.042	9.961	107.081	107.081	0	9.961
ZANJA MEDIA TENSIÓN	0	0	45.800	3.956	41.843	41.843	0	3.956
MOV TOPOGRÁFICO	0,1m al 30% del Área	117.900	337.567	0	178.891	337.567	158.676	117.900
CARRILES CAMBIO DE VELOCIDAD			2.678		1947	0	-184	2678
SISTEMA DE DRENAJE			8922			0		8922
TOTAL		**138.612**	**512.009**	**45.645**	**329.762**	**486.491**	**156.729**	**164.030**
						Sobrante (Descapote + No reutilizable)		**302.642**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Para la construcción de la línea, se presenta el balance de masas de cimentaciones en la Tabla 3-108 donde se produce un sobrante de material inerte proveniente de la excavación, dicho sobrante se propone si sus características mecánicas lo permiten sea reutilizado como relleno en la nivelación del parque o si no será dispuesto en la ZODME definida para el proyecto.

Tabla 3-108 Movimiento De Tierra Cimentación De Torres

CIMIENTO TORRE	VOLUMEN EXCAVACION X APOYO (m3)	VOLUMEN RELLENO X APOYO (m3)	VOLUMEN SOBRANTE X APOYO (m3)	VOLUMEN CONCRETO X APOYO (m3)	APOYOS X TORRE	NO. TORRES	VOLUMEN TOTAL EXCAVACION (m3)	VOLUMEN TOTAL REUTILIZADO (m3)	VOLUMEN TOTAL SOBRANTE (m3)
TORRE EN SUSPENSIÓN	20.17	16.39	3.78	3.94	4	9	726.22	590.05	136.17
TORRE EN ÁNGULO	77.84	61.96	15.88	16.23	4	10	3113.50	2478.37	635.13
TOTALES							**3839.72**	**3068.42**	**771.29**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.6 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Para la construcción del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación se estima un volumen aproximado de 303.413 metros cúbicos de material sobrante no reutilizable (ver Tabla 3-109).

Tabla 3-109 Resumen Materiales Sobrantes de excavación

DESCRIPCIÓN	MATERIAL NO REUTILIZABLE (m^3)
Parque Solar	302.642
Línea de Evacuación	771
TOTAL	303.413

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Dichos materiales provendrán de actividades tales como descapote, reemplazo de materiales de zanjado, su rechazo es debido a su alto contenido de materia orgánica que lo hace no apto para utilizar en rellenos.

Adicionalmente se prevé un residuo de material forestal de 5.068,29 metros cúbicos no reutilizable que se estima en el caso más desfavorable se retirará a la ZODME, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o porque la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno. El manejo de los residuos forestales se realizará de acuerdo con lo dispuesto en la ficha de manejo GIII-PMA-BI-01 Subprograma de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote del Capítulo 10 Planes y programas.

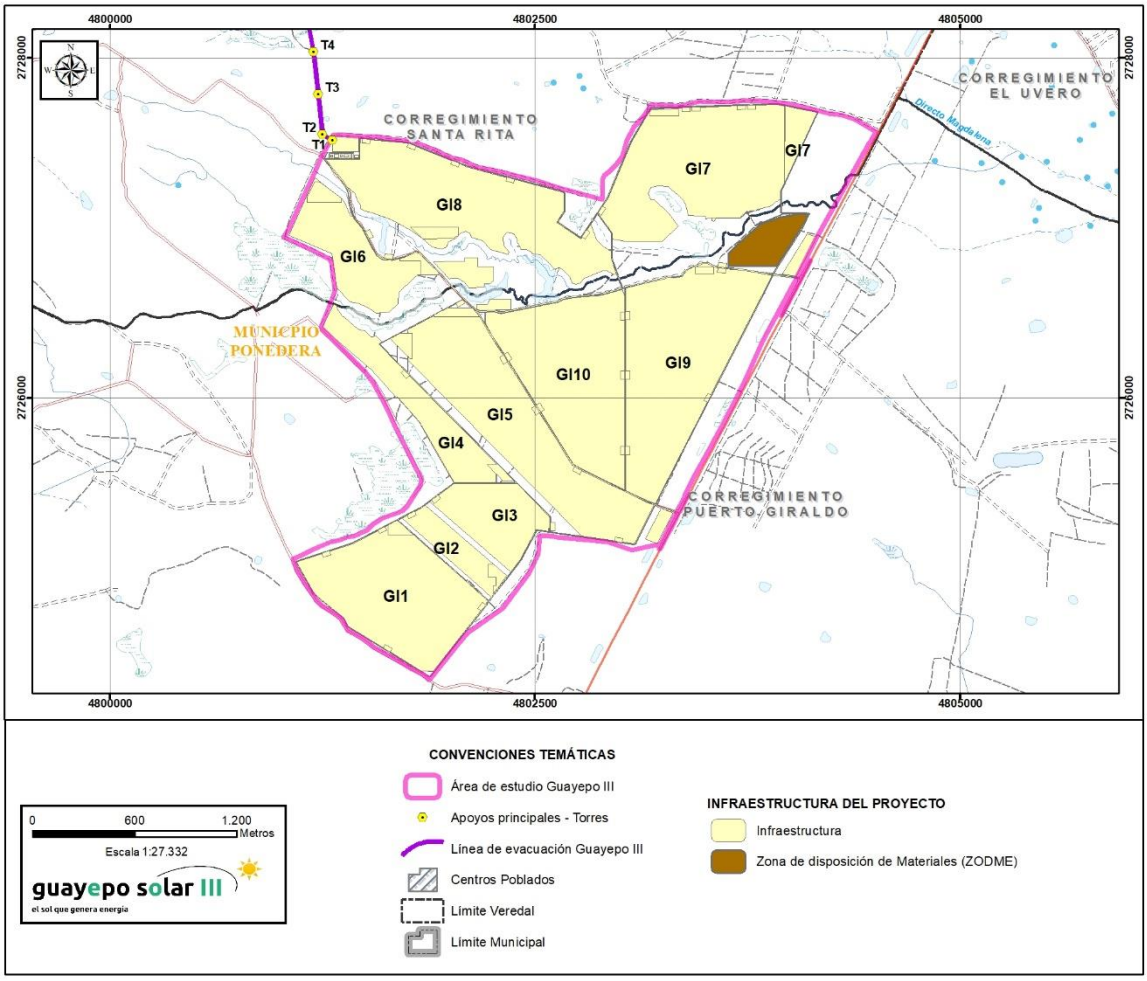
Debido a la imposibilidad de reutilizar el material descrito anteriormente se requerirá la conformación de una Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación ZODME que tendrá de acuerdo con el diseño una capacidad máxima de 330.380 metros cúbicos en un área de 8,47 hectáreas.

La disposición del material sobrante se hará en una ZODME ubicada en predios debidamente seleccionados. Los diseños detallados contenidos en el Anexo 3.2 Diseño ZODME presentan la manera correcta para disponer los materiales

sobrantes, basados en criterios de estabilidad geotécnica, correcto manejo de drenajes y de minimización del impacto visual en el sitio.

La localización de la ZODME se estableció de acuerdo con la evaluación geotécnica de los sitios propuestos, y teniendo en cuenta la zonificación ambiental y de manejo para esta actividad. La Figura 3.109 muestra su ubicación y en la Tabla 3-110 sus coordenadas.

Figura 3.109 Localización de la ZODME



Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2020.

Tabla 3-110 Coordenadas de la ZODME

Nº	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL

	ESTE	NORTE
1	4804106,306	2727083,052
2	4804086,003	2727031,905
3	4803923,449	2726775,241
4	4803638,671	2726775,629
5	4803637,985	2726849,775
6	4803682,302	2726897,452
7	4803826,955	2727021,552
8	4803925,466	2727057,710
9	4804037,433	2727084,301

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2020.

Al interior del área definida para la ZODME no se identificaron viviendas.

La ZODME proyectada cuenta con taludes 3.0H:1.0V, y una altura máxima del orden de 5,49 m. Adicionalmente se verificó que la distancia mínima desde el nivel de base del ZODME fuera superior a 8.0 m de las áreas donde se encuentran los paneles, encontrando que estas distancias superan aproximadamente los 15.0 m.

Con base en la exploración geotécnica directa e indirecta disponible, así como de los resultados de caracterización geotécnica, se estableció el perfil estratigráfico del área de estudio y sus respectivos parámetros geotécnicos de resistencia al corte, esto con el propósito de llevar a cabo los análisis geotécnicos asociados a este tipo de estructuras.

Los análisis geotécnicos realizados se enfocaron principalmente en la verificación de las condiciones de estabilidad de los taludes de relleno proyectados, así como los análisis de capacidad portante del suelo de fundación en el área donde se proyecta su conformación.

Los análisis de capacidad portante y asentamientos indican que el suelo de fundación presenta una capacidad portante admisible superior a la carga transmitida por el material dispuesto en el área del ZODME, y presentando asentamientos inferiores a 5.0 m tanto en el suelo de fundación bajo el ZODME como al interior de su cuerpo conformado.

Lo materiales se dispondrán conformando terrazas (bermas y taludes), en capas no mayores a 30 cm. Y se recomienda que la disposición se realice con equipos

mecánicos buscando la compactación a medida que la maquinaria pase por estas capas. Al finalizar el llenado del ZODME o relleno, se debe realizar tratamiento superficial consistente en el extendido de una capa superficial de tierra vegetal en los taludes del ZODME.

Se recomienda que previo inicio de la disposición de materiales al interior del ZODME se conformen los sistemas de drenaje subsuperficial propuestos en el diseño hidráulico, y se lleve a cabo un descapote del orden de 0.60 m, esto con el propósito de remover la capa vegetal en el nivel de cimentación.

Una vez finalizada la conformación del ZODME, deberán conformarse las obras de drenaje superficial proyectadas en el diseño hidráulico, así como la protección de la superficie del ZODME conformado, esto para evitar la ocurrencia de procesos erosivos en los taludes conformados, y que sean asociados a la ocurrencia de escorrentía superficial.

Como uso final de la ZODME, luego de culminada la disposición de materiales sobrantes, esta área será destinada a la revegetalización.

Respecto a la manipulación de los volúmenes de tierra provenientes de corte se tiene las siguientes consideraciones:

Se evitará el almacenamiento temporal cerca de cuerpos de agua, sitios públicos y en sitios de moderada o alta pendiente (> 12%).

Los materiales aptos para el relleno y reconformación de los sitios intervenidos deberán ser cubiertos mediante plásticos, esto con el fin de evitar que se humedezcan o que por acción del viento o el agua sean arrastrados o dispersados y causen impactos ambientales.

Para la construcción y montaje de la línea de evacuación, se realizará descapote y excavación en los sitios dispuestos para la instalación de torres, parte de este material se utilizará para recomponer la superficie del terreno y el material sobrante

estéril será utilizado como material de relleno en la nivelación del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III.

No se almacenarán residuos de excavación dentro del sitio de obra por largos períodos. Siendo así, la frecuencia de evacuación será de tres veces por semana dependiendo de la actividad y la generación de residuos, para evitar migración del material por efectos de la lluvia o el viento.

Para la movilización de los sobrantes de excavación se utilizarán las vías proyectadas al interior del Parque Solar, la vía Ruta 25 – Troncal de Occidente y la vía Sabanalarga Ponedera descritas en el numeral 3.2.4.1.2 Vías existentes propuestas como acceso al Proyecto

.

3.2.7 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS

La gestión integral de los residuos sólidos del proyecto, desde su generación hasta su disposición final, favorecerá la minimización de estos y garantizará el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, procedencia, posibilidades de aprovechamiento y disposición final.

Todos los residuos que se generen en el desarrollo del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación de 500kV, serán separados en la fuente teniendo en cuenta el tipo de residuo y la existencia de recipientes a utilizar (cantidad, capacidad y código de colores).

3.2.7.1 Clasificación de los residuos Sólidos

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), y según lo previsto en el Capítulo 1, Titulo 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015) de los residuos peligrosos, se definen los tipos de residuos sólidos como sigue:

Residuo sólido. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas. *(Decreto 1713 de 2002 – Ministerio de Medio Ambiente).*

Residuo sólido ordinario. Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. Los residuos provenientes de las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda de árboles ubicados en vías y

áreas públicas serán considerados como residuos ordinarios para efectos tarifarios. *(Decreto 2981 de 2013, artículo 2º).*

Residuo sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. *(Decreto 1713 de 2002 – Ministerio de Medio Ambiente).*

Residuo sólido no aprovechable. Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición. *(Decreto 1713 de 2002 – Ministerio de Medio Ambiente).*

Residuo sólido especial. Es todo residuo sólido que, por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. *(Decreto 2981 de 2013, artículo 2º).*

Residuo peligroso. Es aquel que, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. *(Decreto 1713 de 2002 – Ministerio de Medio Ambiente).*

La separación en la fuente de los residuos sólidos domésticos e industriales generados durante la construcción, operación y desmantelamiento del proyecto, se

realizará por medio de contenedores, donde cada uno de estos se identificará con un color de acuerdo con lo establecido bajo la Resolución 2184 del 26 de diciembre de 2019 decretada por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los residuos sólidos domésticos serán categorizados como no aprovechables, aprovechables y orgánicos; y los residuos sólidos industriales se discriminarán en especiales y peligrosos como se muestra en la Tabla 3-111 **y** Tabla 3-112**.**

Tabla 3-111 Criterio Para La Separación De Los Residuos Sólidos Domésticos

SECTOR	TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO DE COLORES (Res. 2184 de 2019)	DESCRIPCIÓN
Domésticos	Aprovechables	Blanco	Corresponde a residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, multicapa, papel y cartón limpios y secos.
	No aprovechables	Negro	Son aquellos que no se pueden aprovechar, como papel plastificado, papel carbón, icopor o plásticos y papeles contaminados, residuos sanitarios, residuos de barrido, empaques de alimentos sucios; platos, vasos y cubiertos desechables, servilletas y papel aluminio.
	Orgánicos biodegradables	Verde	Corresponde a residuos orgánicos aprovechables como restos de comida (sin envolturas), desechos agrícolas, cáscaras vegetales, frutas, verduras.

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

Tabla 3-112 Criterio Para La Separación De Los Residuos Sólidos Industriales

SECTOR	TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO DE COLORES (Res. 2184 de 2019)	DESCRIPCIÓN
Industriales	Especiales	No aplica	Escombros. Residuos de demolición y construcción (RDC), llantas usadas y (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) RAEE. Excedentes industriales: residuos de madera, fibra de vidrio, residuos de chatarra, de cobre, aluminio, hierro, acero, cable encauchetado, postes, perfilería, estibas y soportes de madera.
	Peligrosos	Rojo	Son aquellos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo o daño a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (Decreto 4741, 2015) Corresponde a residuos como wypall, EPP, Envases plásticos vacíos de pintura base aceite, tóners, sílicagel azul (indicador de cobalto). Trapos, toallitas aserrín, suelos, estopas, empaques, envases, papeles y cartones contaminados con tintas y pinturas base aceite, o impregnados con hidrocarburos (aceite, acpm, gasolina). Productos químicos, aerosoles inflamables, filtros mecánicos de aire y aceite, solventes, aceites y lubricantes, baterías de automotores y sus respectivos envases y empaques. Aceites dieléctricos de transformadores. Residuos de mantenimiento: repuestos desgastados, residuos de empaques y envolturas de aditivos, remanentes químicos, filtros mecánicos de aire y aceite, aceites eléctricos y mecánicos provenientes del mantenimiento de paneles. Tintas de impresora. Residuos generados en la atención a la salud: Jeringas, gasas, residuos de ampolletas, medicamentos vencidos, y demás residuos de enfermería

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S, 2021.

3.2.7.2 Estimación de volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos

Previamente al desarrollo del proyecto en sus diferentes fases es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reciclado y reutilización.

Atendiendo a las características del proyecto, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

La mayoría de los residuos del proyecto se generarán durante las fases constructiva y postoperativa, siendo los residuos de la fase operativa inferiores en volumen. A continuación, se describen las distintas categorías en las que se agrupan los residuos:

3.2.7.2.1 Residuos Domésticos

Con base en información aportada por el RAS -2000[9], para un sistema de complejidad Media el valor promedio de generación de residuos es de 0,45 kg/hab/día. Con base en este valor, y teniendo en cuenta que el número estimado de personal que laborará durante cada etapa, se estima la siguiente cantidad de kilogramos de residuos:

[9] *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Ras – 2000. Sección II, Título F – Sistemas de Aseo Urbano. República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico Bogotá D.C., noviembre de 2000.*

Tabla 3-113 Volúmenes Estimados De Residuos Sólidos Domésticos O Convencionales

ETAPA	RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS PROMEDIO (KG/PERSONA/DÍA)	NÚMERO ESTIMADO DE PERSONAS	VOLÚMENES DE RESIDUOS GENERADOS (KG/ DÍA)	VOLÚMENES DE RESIDUOS GENERADOS (Ton/ mes)
Construcción Parque, Subestación y ZODME	0,45	300	135	4,05
Construcción Línea de Evacuación	0,45	16	7,2	0,22
Operación Parque, Subestaciones y ZODME	0,45	20	9,0	0,27
Operación Línea de Evacuación	0,45	2	0,9	0,03
Posoperativa Parque y Subestaciones	0,45	100	45	1,35
Posoperativa Línea de Evacuación	0,45	4	1,8	0,05

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.7.2.2 Residuos Especiales – Residuos de construcción y demolición -RCD

- **Tipo I:** Agrupa los residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno, dadas sus dimensiones requieren manejo especial. A continuación, en la Tabla 3-114 se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar.

Tabla 3-114 Volúmenes Estimados De Residuos Forestales

RESIDUOS FORESTALES (m3)	
Volumen de madera	3.620,21
Volumen en follaje	1.448,08
Volumen total del aprovechamiento forestal	**5.068,29**

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

Bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien porque la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno, se estima que en el caso más desfavorable se retirará a la ZODME el volumen de residuos del follaje.

- **Tipo II:** Tierras y pétreos de la excavación, son residuos no contaminados generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de los movimientos de tierra.

  De acuerdo con el balance de masas del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200MW y su línea de evacuación se estima un residuo de material de excavación aproximado de 303.413m^3 debido a que el material no cuenta con las propiedades físicas y químicas adecuadas para su reutilización, de forma que será transportado a la Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación ZODME expuesto en el numeral 3.2.6.

- **Tipo III:** Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

  Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de concreto, elementos prefabricados, ladrillos, y mezclas de estos, entre otros.

  Se incluyen los residuos de concreto provenientes de las cimentaciones de los centros de transformación, edificio O&M, subestaciones y torres eléctricas.

  Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

  - Concreto

  Volumen de concreto utilizado en el proyecto igual a **1.922** m$^{3.}$

  Se estima que se generará como residuo un 1%, es decir: 19 m^3

  Siendo la densidad de 2,5 t/m^3 el Peso Total de RCD Concreto es igual a 48 Toneladas

- Bloques y ladrillos de arcilla

Corresponde a los residuos de fragmentos de bloques y ladrillos utilizados en la construcción de edificios y casetas de control, se estima un volumen de muros cercano a los 200m^3.

Se prevé un desperdicio del 3% equivalente a 6 m^3.

- **Tipo IV:** Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra. Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc. En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

    - Madera: Puede generarse por su presencia en el uso como formaleta o apuntalamientos de excavaciones, será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
    - Vidrio: No se considera el uso de elementos de vidrio en el transcurso de las diferentes fases del proyecto.
    - Hierro y acero: En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
    - Cables sin sustancias peligrosas: Puede generarse y será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.
    - Papel y cartón: Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

- Plásticos: Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

3.2.7.2.3 Residuos Peligrosos

- **Tipo V:** Residuos potencialmente peligrosos y otros. Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos. En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de estos, entre ellos:
  - Absorbentes contaminados
  - Aerosoles vacíos
  - Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
  - Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
  - Otros.

De acuerdo con la información de referencia acerca de proyectos ya ejecutados de condiciones y características similares, se tienen los siguientes estimativos de generación de residuos por tipo en la Tabla 3-115:

Tabla 3-115 Volúmenes Estimados De Residuos Sólidos Industriales.

ETAPA	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD ESTIMADA	UNIDAD
Constructiva	Industriales aprovechables	180	ton/mes
	Módulos fotovoltaicos en desuso	0,50	ton/mes
	Residuos peligrosos	0,50	ton/mes
Operativa	Industriales aprovechables	0,20	ton/mes
	Módulos fotovoltaicos en desuso	0,03	ton/mes
	Residuos peligrosos	0,25	ton/mes
Post operativa	Industriales aprovechables	0,50	ton/mes
	Módulos fotovoltaicos en desuso	110	ton/mes

Fuente: Ingenostrum Colombia S.A.S. 2021.

3.2.8 COSTOS DEL PROYECTO

Tabla 3-116 Costos Estimados Del Proyecto

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR EN USD	VALOR EN $COP
OBRA CIVIL	Adaptación Civil	1	UNI	964.656	3.890.554.114
	Caminos internos	21300	m	1.704.000	6.872.402.400
	Zanjas (BT+MT) + arquetas + tendido de cableado	1	m	4.244.486	17.118.438.100
	Cimentaciones CT	32	UNI	54.240	218.755.344
	Cerca perimetral	13131	m	919.170	3.707.104.527
			Total Obra civil	**7.886.552**	**31.807.254.484**
EQUIPOS PRINCIPALES	Módulo FV	270028080	Wp	151.915.582	612.690.733.323
	Inversor completo	64	UNI	6.756.915	27.251.314.693
	Transporte tramo final	64	UNI	197.120	795.004.672
	Stock inicial de repuestos (i/i transporte)	1	UNI	855.843	3.451.699.597
	Sistema de Monitorización (cuadro +fo+rs485)	1	Wp	1.157.587	4.668.664.936
	Sistema de Seguridad	1	Wp	200.064	806.876.505
		Total Equipos principales		**161.083.111**	**649.664.293.726**
INSTALACIÓN MECÁNICA	Seguidor completo	5953,0	ud.	11.523.467	46.475.295.659
	Transporte DDP	270,0	MWp	1.265.832	5.105.225.168
	Hincado (pretaladro) y montaje de mesas (80%)	216,0	Wp	10.800	43.557.480
	Pilotado y montaje de mesas (20%)	54,0	Wp	4.320	17.422.992
		Total Instalación Mecánica		**12.804.419**	**51.641.501.299**
INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT Y MT	Infraestructura BT (cableado de BT)	842433,7	m	572.859	2.310.397.633
	Infraestructura BT (cuadros eléctricos)	270,0	MWp	94.420	380.806.351
	Centro de Control	1,0	UNI	22.000	88.728.200
	Infraestructura MT (cableado de MT)	578793,6	m	10.911.996	44.009.169.979
		Total Instalación Eléctrica BT y MT		**11.601.275**	**46.789.102.162**
TRABAJOS ESPECIALIZADOS	Project Management	1	Global	375.075	1.512.714.378
	Ingeniería Básica y Detalle	1	Global	273.492	1.103.020.908
	Dirección y supervisión de obra	1	Global	1.640.952	6.618.125.366
	Commissioning	1	Global	335.962	1.354.966.608
	Soporte a la tramitación de permisos y licencias	1	Global	1.090.061	4.396.326.148
	Tramitación Declaración Impacto Ambiental (DIA)	1	Global	156.281	630.297.667
	Transportes otros materiales	1	UNI	326.628	1.317.322.096
	Estudio geotécnico	1	UNI	97.676	393.936.027
	Estudio topográfico	1	UNI	35.163	141.816.984
	Estudios de hincado o pull tests	1	UNI	97.676	393.936.027
	Estudio hidrográfico	1	UNI	35.163	141.816.984
		Total Trabajos Especializados		**4.464.129**	**18.004.279.194**
INTERCONEXIÓN	Sistema de interconexión de la planta, trafo, protecciones, porticos, celdas, etc	1	UNI	900.000	3.629.790.000
			Total Interconexión	**900.000**	**3.629.790.000**
TOTAL GENERAL				**198.739.486**	**801.536.220.866**

Fuente: Ingenostrum Colombia SAS, 2021.

3.2.9 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Tabla 3-117 Cronograma Del Proyecto

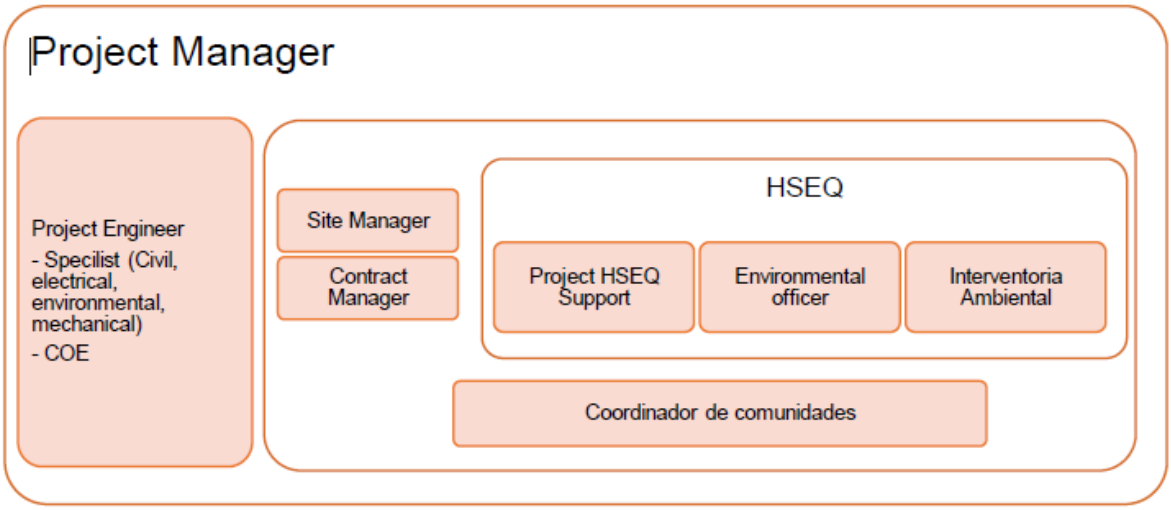
ACTIVIDADES	TIEMPO																										
	MESES														AÑOS						MESES						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	5	10	15	20	25	30	1	2	3	4	5	6	7
PREOPERATIVA																											
GESTIÓN SOCIAL Y DE TIERRAS																											
CONSTRUCTIVA																											
CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TEMPORAL Y PERMANENTE DEL PARQUE FOTOVOLTAICO.																											
CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA (LCE)																											
CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN																											
OPERATIVA																											
OPERACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO GUAYEPO, SU SUBESTACIÓN Y SU LINEA DE CONEXIÓN																											
POSTOPERATIVA																											
DESMANTELAMIENTO																											

Fuente: Ingenostrum Colombia SAS, 2021.

3.2.10 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

En la Figura 3.110 se presenta el organigrama para la ejecución del proyecto. Para el cumplimiento de la función ambiental en el "Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación de 500 kV" se contará con la siguiente estructura.

Figura 3.110 Organigrama Proyecto



Fuente: Guayepo Solar III, 2021.

La sociedad Guayepo Solar III mediante su estructura organizacional se compromete a cumplir la política ambiental y a exigir su acatamiento en todos los niveles de la compañía y a sus contratistas.

Adicionalmente, contará con un equipo de interventoría de obra que cubrirá el tema HSE para el proyecto en la etapa constructiva. El contratista de construcción contará con un equipo de inspectores HSE por frente de obra que tendrán a su cargo el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y de todas las obligaciones establecidas en la licencia ambiental del proyecto.

El Sistema Gerencial se enmarca en la Política de Salud Ocupacional y Medio Ambiente, la cual considera la protección y conservación del medio ambiente, así como la seguridad de sus empleados, de las personas vinculadas con las operaciones y de la comunidad en general, como parte esencial del desarrollo de

sus actividades de construcción, operación y mantenimiento del Parque Solar Fotovoltaico Guayepo III, tiene a cargo las siguientes funciones:

- Garantizar el cumplimiento de todas las políticas, normas y procedimientos ambientales vigentes, tanto internos como externos; mediante la verificación directa o por intermedio de empresas especializadas en Interventoría Ambiental.
- Evaluar el desempeño de las medidas ambientales e introducir las modificaciones necesarias para su optimización.
- Disponer los recursos necesarios para la ejecución de los programas de manejo ambiental y coordinar su acción con los demás estamentos de la organización y con las autoridades locales y regionales en el área del proyecto.
- Desarrollar las actividades de comunicación con las comunidades asentadas en el área de influencia del proyecto, con el propósito de mantenerlas informadas acerca de las actividades del proyecto.
- Representar a la organización ante las autoridades ambientales y mantenerlas informadas sobre el desarrollo ambiental del proyecto a través de informes, inspecciones de campo y mantenimiento de líneas de comunicación permanentes y expeditas para estos fines.

Durante la construcción y operación del Parque Solar fotovoltaico Guayepo III 200 MW y su línea de evacuación; la sociedad Guayepo Solar III junto con la interventoría y el contratista de construcción verificará la correcta y oportuna ejecución de las medidas de manejo y coordinará la elaboración de los Informes de Cumplimiento Ambiental para conocimiento de las autoridades ambientales.